This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

Eng
4098
99

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

TRASMISION ELÉKTRIKA DE POTENZIA

A LARGAS DISTANZIAS

DEL MISMO AUTOR.

KÁLKULOS SOBRE LAS KAÑERÍAS DE AGUA.-Ensayo de unifikazion de las fórmulas usuales i de simplifikazion de los kálkulos, basado en la nozion de zirkuito idráuliko—Kondukzion del agua, kálkulos sobre la potenzia.—Kon diagramas i tablas orijinales.—*En 8.°, de 245 pájs. Santiago de Chile, 1898.* [Hume i Ka.]

"Todos los resultados deducidos de la fórmula jeneral $Q^n = H/R$ i sus diversos casos, i la comparacion de los circuitos hidráulicos i eléctricos i entre las fórmulas hidráulicas i las eléctricas en el tratamiento de las cuestiones sobre la potenzia, me parecen merecer mucha considerazion." —*Prof. Colombo*, R. Istituto Tecnico Superiore di Milano.

"The book is embellished with numerous figures and tables."—*Electrical Review.*

"... The author has made a collection of practical numerical problems, which add considerably to the interest and value of the work."—*Engineer.*

A. E. SALAZAR Y K. NEWMAN.

KOSTO KOMPARATIBO EN CHILE DEL GAS I DE LA ELEKTRIZIDAD

KOMO SISTEMAS DE DISTRIBUZION DE ENERJÍA

Kon 9 diagramas orijinales.

En 8.° Santiago de Chile, 1896. [Imprenta Moderna.]

OMENAJE

TRASMISION ELÉKTRIKA DE POTENZIA

A LARGAS DISTANZIAS

SOBRE LA MANERA DE KALKULAR INDUSTRIALMENTE ESTE JÉNERO DE INSTALAZIONES

POR

A. E. SALAZAR

PROFESOR DE FÍSIKA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

KON UNA TABLA ORIJINAL SOBRE EL KONSUMO DE KOBRE EN LAS TRASMISIONES POLIFASES

Santiago de Chile:
HUME I K.ª, AUMADA, 357
1899

Eng 4093.99 HARVARD COLLEGE LIBRARY
GIFT OF
ARCHIBALD CARY COOLIDGE
AND
CLARENCE LEONARD HAY
Apr 7, 1909

ES PROPIEDAD DEL AUTOR.

9200—Imp. Moderna, Moneda 2015, Santiago.

PREFAZIO

En el fondo, la materia someramente desarrollada en el presente trabajo konstituye parte de la enseñanza de este laboratorio; pero, en su forma aktual, el tratamiento del mismo asunto tiende a un objeto algo diferente, ke me kreo en el deber de esplikar en unas kuantas palabras.

Mi propósito es poner al alkanze de los injenieros en jeneral, i aun de ziertos industriales, sin sufiziente preparazion elektrotéknika, los medios de imbestigazion nezesarios para afrontar el problema de la trasmision eléktrika de la fuerza, por lo ménos desde el punto de bista ekonómiko o komerzial. En el primer kapítulo indiko por ke rrazones un kálkulo definitibo, de ejekuzion,—prinzipalmente rrespekto de una larga línea trasmisora—es punto ke sólo al elektrizista kumple diluzidar satisfaktoriamente.

Ateniéndome a lo ke dejo espuesto, las fórmulas sobre los konduktores an sido espezialmente deduzidas en términos de aquellos elementos ke—salbo, akaso, el rrelatibo a los balores del potenzial en los zirkuitos alternantes—son familiares a todos los injenieros. La eszepzion misma aludida no tiene mucha importanzia para el ke se imponga prebiamente el pekeño trabajo de organizar, konforme a su propia estruktura mental, los

prinzipios fundamentales enunziados en la nota de la páj. 24.

Atrébome a esperar ke las fórmulas—de ke se deriba la TABLA II—konzernientes a los dibersos sistemas de korrientes alternadas, puedan ser de utilidad a los ke de alguna manera se interesan por este jénero de estudios. No e bisto publikadas estas dedukziones de un modo sistemátiko, al alkanze de la jeneralidad, en forma ke sea fázil a kualkier persona medianamente entendida kalkular el kosto de una línea de trasmision de potenzia, tomando en kuenta las pekuliaridades de los zirkuitos rreaktibos.

En el aprobechamiento, por medio de trasmisiones idro-eléktrikas de potenzia, de las grandes fuerzas naturales de ke dispone Chile en toda su estension, dibísase un ancho kampo de aktibidad para el injeniero futuro. Dentro de este órden de ideas, deseo ke el presente opúskulo llege a prestar algun serbizio.

UNIBERSIDAD DE CHILE,
SANTIAGO, *diziembre, 1899.*

KONTENIDO

KAPÍTULO I. **Introdukzion.—**

§ 1, p. 1. Jeneralidades.
§ 2, p. 2. Signifikado de la espresion "a largas distanzias."
§ 3, p. 2. Límites del empleo de la korriente kontínua.
§ 4, p. 3. Elementos de una trasmision típika a larga distanzia.
§ 5, p. 3. Rrendimiento definitibo del sistema anterior.
§ 6, p. 6. El problema de la trasmision ekonómika es kuestion de aislamiento.
§ 7, p. 8. Órden de importanzia en la determinazion del kosto de las dibersas partes de una instalazion.

KAPÍTULO II. **Kálkulo del Kobre.—**

§ 8, p. 10. Sistemas dibersos de trasmision.

a) KORRIENTE KONTÍNUA.

§ 9, p. 10. Dedukzion de la fórmula jeneral.
§ 10, p. 15. Aplikazion al kaso espezial del aluminio.
§ 11, p. 16. Rrekargos de temperatura i de inefizienzia de llegada.
§ 12, p. 17. Sekzion i diámetro de los konduktores.
§ 13, p. 19. Sobre el faktor $(\lambda - \lambda^2)$
§ 14, p. 21. Bariazion de la efizienzia, kantidad de kobre, etz., en funzion del % de pérdida.

b) KORRIENTES ALTERNADAS.

§ 15, p. 23. Lo ke debe entenderse por potenzial mákzimo inizial, para los dibersos sistemas.
§ 16, p. 26. Korriente alternada simple o unifase.
§ 17, p. 29. Sistema difase kon 4 konduktores.
§ 18, p. 29. Sistema trifase, junzion komun a tierra.
§ 19, p. 30. Sistema trifase, aislado de tierra.
§ 20, p. 32. Rrekargos dibersos en el kálkulo del kobre.
§ 21, p. 32. Influenzia del faktor de poder.

KAPÍTULO III. **Kálkulo de los Postes.—**

§ 22, p. 34. Jeneralidades.

a) SOBRE LOS KONDUKTORES

§ 23, p. 36. Determinazion de las flechas korrespondientes a dibersas temperaturas.

b) SOBRE LOS POSTES

§ 24, p. 39. Determinazion de la altura i del diámetro.
§ 25, p. 42. Ejemplo numériko sobre el kálkulo de los postes.

KAPÍTULO IV. **Otros ítems.—**

§ 26, p. 47. Enumerazion de los otros ítems.
§ 27, p. 47. El "kilowatt" en bez del "kaballo" komo unidad industrial de potenzia.

a) OBRAS IDRÁULIKAS

§ 28, p. 48. Kosto por kilowatt idráuliko instalado.
§ 29, p. 49. Jeneralidades.
§ 30, p. 51. Obserbaziones sobre lo anterior.
§ 31, p. 51. Determinazion del kosto en el kaso de las kañerías.

b) TURBINAS

§ 32, p. 58. Prezio por kilowatt idráuliko instalado.

z) MAKINARIA ELÉKTRIKA

§ 33, p. 59. Prezio por kilowatt instalado.

KAPÍTULO V. **Determinazion del prezio de kosto de la enerjía trasmitida.—**

§ 34, p. 61. Kondiziones jenerales de la determinazion.
§ 35, p. 61. Faktores ke determinan el prezio de kosto.
§ 36, p. 68. Prezio de kosto del kilowatt-ora: instalaziones idroeléktrikas.
§ 37, p, 70. Prezio de kosto del kilowatt-ora: instalaziones de bapor.

TRASMISION ELÉKTRIKA DE POTENZIA

KAPÍTULO I

INTRODUKZION

§ 1. En las instalaziones de trasmision eléktrika de potenzia a largas distanzias, el kálkulo ke presenta zierta difikultad es el rrelatibo a las kondiziones de korriente, fuerza elektro-motriz, etz., en las líneas trasmisoras, las ke tienen ke ser siempre de naturaleza rreaktiba. Debo agregar ke el problema se komplika bastante, (prinzipalmente kuando la fuerza ke debe trasmitirse es konsiderable), si la distanzia alkanza a algunos zientos de kilómetros i, por lo mismo, el potenzial indispensable a muchos miles de volts: los efektos de rreaktanzia magnétika i de kapazidad pueden llegar entónzes a ser mui intensos, i kumple al elektrizista preberlos i kalkular los detalles del sistema, de tal modo ke los fenómenos aludidos ejerzan la menor influenzia perjudizial en el funzionamiento de la instalazion.

Pero un estudio de esta naturaleza, ineludible tratándose de un kálkulo de ejekuzion, i uno de los mas interesantes en elektroteknia, no es en modo alguno indispensable para el injeniero ke nezesita kalkular una

trasmision de fuerza, konsiderada, por ejemplo, komo empresa industrial, o en bista de aplikaziones espeziales, kualeskiera ke ellas sean.

De todo esto no se desprende, sin embargo, ke para prozeder kon buen kriterio en materia semejante, sea posible preszindir tambien de zierto órden de konozimientos eléktrikos ke, sin ser los mui espeziales i un tanto abstrusos anteriormente indikados, eksijen kon todo, para su empleo, sufiziente preparazion de parte del injeniero.

§ 2. No es fázil indikar desde kuántos kilómetros una trasmision eléktrika de enerjía debe inkluirse en la kategoría de trasmision a larga distanzia; pero, puesto ke los mismos prinzipios fundamentales rrijen para todos los kasos, limitaréme, a título de simplifikazion, a designar kon ese karákter todo trasporte *en bloc*, ke eszeda de las distanzias korrespondientes al zírkulo de akzion de una instalazion aislada o de una distribuzion eléktrika urbana. Por lo demas, las fórmulas deduzidas mas adelante, así komo las TABLAS I i II ke figuran al fin del presente trabajo, son igualmente aplikables, tanto a 1 kilómetro o ménos, komo a 1,000 kilómetros o mas.

§ 3. Kuando los límites de la trasmision eszeden kon mucho de los antedichos, el empleo de la korriente kontínua kon todas sus bentajas empieza a azerse mas i mas difízil, a kausa prinzipalmente del mayor potenzial nezesario para neutralizar los efektos de la mayor distanzia. En dicho sistema una tension de 5000 volts es ya kosa seria, pues debe ser produzida, no ya por medio

de trasformadores, sino direktamente, en el mismo dinamo, i en kondiziones mucho mas desfaborables para el jenerador, en kuanto al aislamiento, ke en el kaso de las korrientes alternadas.

§ 4. En el estado aktual del arte, la trasmision eléktrika de potenzia a largas distanzias se efektúa kasi esklusibamente por medio de korrientes alternadas, del sistema trifase.

Una instalazion típika de este jénero komprende los sigientes elementos:

1.° Fuente inizial de enerjía ke, en Chile komo en todas partes, konsistirá kasi siempre en una kaída de agua, de mayor o menor poder; 2.° konstrukziones i aparatos idráulikos, destinados a azer mekánikamente aprobechable la potenzia de la kaída; 3.° planta eléktrika jeneradora, de alto potenzial obtenido direktamente, o bien mediante trasformadores de subida; 4.° línea trasmisora aérea, konsistente en un o barios triples zirkuitos de alambre de kobre de alta konduktibilidad; i, 5.° planta eléktrika rrezeptora.

En este último punto termina el trasporte a larga distanzia, propiamente dicho, i empieza la distribuzion o subdibision de la potenzia rrezibida, ya sea eléktrikamente, ya por otros medios.

§ 5. En un sistema komo el deskrito, llégase al konozimiento de la efizienzia o rrendimiento definitibo, analizando komo sige las dibersas fases de la trasformazion:

a. Potenzia inizial (dada una kaída efektiba de h metros i un kaudal de q litros por segundo) de hq kilográmetros por segundo, $\frac{hq}{76}$

kaballos, o $\frac{hq}{102}$ kilowatts, ... 1·00

b. Pérdida en los motores idráulikos, 20%; efizienzia,..... .. ·80

z. Pérdida en los alternadores, 10%; efizienzia,. ·90

d. Pérdida en los trasformadores de subida,* por istéresis i en el kobre, 2%; efizienzia... ·98

e. Pérdida en la línea, λ,% bariable; efizienzia,. $(1-\lambda)$

f. Pérdida en los trasformadores de llegada, 2%; efizienzia,..... ·98

g. Pérdida en los induktomotores rrezeptores, 10%; efizienzia, ... ·90

Por lo tanto, efizienzia definitiba:

$$a \times b \times z \times d \times e \times f \times g = \cdot 622\,(1-\lambda).$$

Segun se berá en brebe, ai un balor partikular de λ en kada kaso, ke es el mas faborable para el funzionamiento ekonómiko de todo el sistema. Para las trasmisiones a larga distanzia, este faktor fluktúa entre 10% i 30%; i aun mas, si el prezio del kobre es tan subido komo al presente, i si la enerjía de oríjen es abundante i barata, de suerte ke pueda sakrifikarse buena parte de ella en la trasmision, sin mayor inkombeniente.

Por konsigiente, si se toma para un proyekto de presupuesto $\lambda = \cdot 10$, puede dezirse ke eksiste la seguridad

* En la instalazion idro-eléktrika de Paderno d'Adda, para trasmitir 13 000 kaballos (9 750 kilowatts) a Milan, a 32,5 kilómetros (la misma distanzia, pero 3 bezes mayor potenzia trasmitida, ke para el kaso de la primera trasmision proyektada del Maipo a Santiago), se a suprimido la trasformazion de subida: los alternadores trifases dan direktamente a la línea 13 500 volts en trabajo normal, i an resistido sin detrimento, en kondiziones akzidentales o de prueba, asta 30 000 volts.

de ke en el kálkulo del kobre no se inkurre en un error por defekto. La efizienzia definitiba seria entónzes:

$$\cdot 622 \times \cdot 90 = 56\%;$$

o, si se toma komo potenzia de oríjen la de las turbinas, i no *hq*:

$$\cdot 78 \times \cdot 90 = 70\%.$$

Konsiderada la instalazion en konjunto komo sistema de trasformazion de enerjía, una efizienzia definitiba de 56%, i aun ménos, rresulta mas faborable ke el rrendimiento definitibo en el kaso del bapor, si para este se konsidera komo oríjen la enerjía potenzial del karbon, o de kualkiera sea el kombustible empleado. Es sabido ke aun en las mejores kondiziones obtenidas hasta akí, este rrendimiento no llega sikiera a 20%.

§ 6. Es permitido dezir ke el problema de la trasmision elétrika de la enerjía en kondiziones ekonómikas, industrial o komerzialmente konsideradas, es una kuestion de *aislamiento*. La masa de kobre rrekerida o, si se kiere, ablando kasi kon la misma esaktitud, el kosto de la línea trasmisora *kreze* proporzionalmente al kuadrado de la distanzia pero, en kambio, *dekreze* proporzionalmente al kuadrado de la fuerza elektro-motriz empleada; en konsekuenzia, kon elebar esta fuerza elektro-motriz kuanto fuera nezesario, el inkombeniente de la distanzia kedaria anulado, i, prátikamente, no tendria límite la de una trasmizion eléktrika ekonómika.

Por desgrazia, lo ke tiene límite es el potenzial, o la tension eléktrika, ke es dable usar en este jénero de instalaziones. El máksimo voltaje empleado asta akí en kondiziones industriales, de un modo kontínuo, no eszede,

segun los datos mas rrezientemente publikados, de unos 40 000 volts. Esta difikultad de usar una tension mayor ke la señalada no rreside en los alternadores ni ménos en los trasformadores, sino en la línea, debido a kondiziones jenerales de la atmósfera ke son inmodifikables o, mas bien dicho, ingobernables. Así, por ejemplo, miéntras ménos seko sea el aire de la rrejion por donde pase una línea trasmisora, mayor será la pérdida o eskape, de alambre a alambre, por deskarga disrruptiba, mal ke no puede subsanarse interponiendo mayor espazio entre los konduktores.* La rrazon por ke no se puede apelar a tan senzillo espediente konsiste en ke en un zirkuito alternante está kambiando periódikamente un flujo magnétiko ke induze una kontra F.E.M.: miéntras mas zerka están los alambres, menor es el efekto; miéntras mas separados, es mayor, puesto ke ai mayor número de líneas de indukzion abarkadas por el zirkuito. Es entendido ke lo dicho se rrefiere a líneas mui largas

* Es esta una konsiderazion ke no debe olbidarse en los posibles proyektos de trasmision para akella rrejion de Chile, de Kokimbo al norte, en ke rreina suprema, la mayor parte del tiempo, la niebla o kamanchaka. Seria mui difízil el aislamiento, en semejantes kondiziones de una atmósfera úmeda i kargada de partíkulas salinas, kuando aun las mismas trasmisiones telegráfikas se entorpezen notablemente por igual motibo. En kambio, durante las pokas oras klaras del dia domina la sekedad mas absoluta, kondizion ideal para las trasmisiones mui largas. Pero esta zirkunstanzia no alkanzaria a ser una kompensazion.

Debo adbertir, sin embargo, ke la mas larga trasmision de potenzia que asta ahora a funzionado i funziona komerzialmente, atrabiesa una rrejion en ke el mayor número de las noches del año domina en kasi todo el trayekto una densa neblina, segun el *Engineering News* (9 de marzo de 1899), de ke tomo el dato. Ai ke fijarse en ke se trata de una instalazion importante bajo todo konzepto: distanzia, 130 kilómetros (de las montañas de San Bernardino a la ziudad de Los Ánjeles, Kalifornia); potenzial de oríjen, 33 000 volts; potenzia trasmitida, por aora, mas de 3 000 kilowatts.

i en las kuales se imponga la nezesidad de usar potenziales mui elebados.

De lo anterior se sige ke debe aber para kada kaso un voltaje dado ke seria de todo punto inútil traspasar. De otro modo las kondiziones rresultarian análogas a la de una trasmision de fuerza por kompresion de un fluido en una kañería porosa: todo eszeso de presion inizial, sobre zierto límite, no aria sino aumentar los eskapes o la pérdida de la presion en el trayekto, sin produzir mayor efekto útil en el otro estremo.

Para alkanzar mayor efizienzia, dada una presion de oríjen de ke no puede pasarse, por el motibo indikado, abrá ke aumentar la sekzion konduktora, tanto en el kaso eléktriko, komo en el de trasmision de potenzia por kañería neumátika o idráulika. La konsekuenzia inebitable será un kosto mucho mayor de las instalaziones, en igualdad de potenzia útil trasmitida pero de inferioridad de la tension inizial rrespekto de la ke podria produzirse. Por eso digo ke el problema de la trasmision ekonómika de la enerjía por medio de la elektrizidad se rreduze a una kuestion de aislamiento.

La konsiderable influenzia de este faktor se puede apreziar netamente, por ejemplo komo sige: la primera trasmision de potenzia del Maipo a Santiago (32 kilómetros) proyektada por la Chilian Electric Tramway and Light Co., entiendo alkanza a 3 000 kilowatts útiles; suponiendo ke se adopte una tension inizial de 20 000 volts i ke la pérdida en la línea sea de 15%, rresulta ke la masa de kobre nezesaria para esta trasmision, inkluyendo todos los rrekargos ke se indikan en otro lugar (§ 11) seria komo de 150 toneladas. Aora bien ¿a kuánto habria ke elebar el voltaje para no

emplear sino una sola tonelada de kobre?—El kálkulo dize ke no a mucho mas de 200 000 volts, lo ke no es en manera alguna imposible de produzir, pero sí de emplear en una larga trasmision, por kausa prinzipalmente de las difikultades de aislamiento de ke e echo mension. I es sensible, porke, en el ejemplo konsiderado, 3 alambres de kobre de poko mas de un milímetro de diámetro bastarian para la total kondukzion a Santiago de los 3 000 kilowatts, en bez de los 6 konduktores de mas de diez milímetros, o 9 de ocho, ke seguramente serán nezesarios, i kon un kosto, solamente en metal, ziento zinkuenta bezes mayor.

§ 7. En las trasmisiones a 20, 50 o mas kilómetros, el kosto de la línea llega a ser faktor de la mayor importanzia rrespekto del kosto definitibo de la instalazion; es ademas, para el no espezialista, el ítem ménos fázil de kalkular kon la aproksimazion nezesaria, debido a la jeneral karenzia de datos, sobre todo en lo konzerniente a las korrientes polifases, azerka de un punto de injeniería ke, por el momento, puede konsiderarse enteramente de aktualidad. Kon este motibo, en el análisis del kosto de una instalazion de esa naturaleza me detendré prinzipalmente en la determinazion del indikado ítem, el kual, a su bez, puede subdibidirse en otros dos ke deben estudiarse separadamente: los konduktores i los postes.

Konsiderada la kuestion desde este punto de bista, tomaré en kuenta, en órden de rrelatiba importanzia:

1.° Los konduktores, o sea el kálkulo del kobre para los dibersos sistemas de trasmision; es dezir por korriente kontínua o por korrientes alternadas, simple o polifases.

2.° Los postes.

3.° Otros ítems, o sean las obras i la makinaria idráulika rrekeridas por la instalazion, así komo los jeneradores, los trasformadores, i los rrezeptores eléktrikos.

Kasi es innezesario agregar ke todo lo último no podrá ser konsiderado sino inzidentalmente en el presente trabajo, i solo en kuanto es nezesario para establezer numérikamente la proporzion en ke esos ítems afektan el kosto total de una instalazion proyektada. Rrespekto de las obras idráulikas, partikularmente, kabe dezir ke no puede prozederse de otro modo ke el indikado, por dos rrazones: 1.ª porke no es posible kalkular su kosto *a priori*, de una manera jeneral i kon el grado de prezision korrespondiente a los otros ítems; i 2.ª porke en su kaso se trata de una klase de presupuestos ke el injeniero, kon los elementos de su propia esperienzia está en aptitud de estimar kon mayor o menor aproksimazion, sin nezesidad de apelar a los datos de una publikazion espezial, rrekerida solamente al tratarse de un asunto nuebo, o ke aun no es del dominio de la práktika profesional.

KAPÍTULO II

KÁLKULO DEL KOBRE

§ 8. Aunke el empleo de la korriente kontínua en las trasmisiones a largas distanzias no puede ser sino eszepzional, kombiene, sin embargo, empezar por la dedukzion de las fórmulas konzernientes a este sistema. Dichas fórmulas no solamente tienen utilidad propia, sino ke sirben tambien de base a la dedukzion de las aplikables en el kaso de las korrientes alternadas, simples o polifases, konforme se berá mas adelante. De estas últimas son las korrientes trifases las ke interesan de un modo partikular, tratándose de trasmisiones de alguna importanzia.

a) Korriente kontínua.

§ 9. Puesto ke el kobre no es el úniko metal suszeptible de emplearse para los konduktores, bisto ke por lo ménos el aluminio tiene alguna kabida a este rrespekto, es mejor jeneralizar la dedukzion, estableziendo despues los rrespektibos koefizientes numérikos.

Sea D, distanzia de la trasmision, en kilómetros.

„ $L (= 2D)$, lonjitud del zirkuito, en id.

„ s, sekzion del konduktor, en mm^2.

„ ρ, rresistibidad o rresistenzia espezífika del mismo a 0°, en microhms por zm^3.

„ r, koefiziente de temperatura, o aumento de la rresistibidad por grado.

„ $t°$, la temperatura del konduktor, en kondiziones de trabajo.

„ R, la rresistenzia total de L, a $t°$.

Se tiene, entónzes:

$$R = \frac{10^5 \times 10^2}{10^6} \cdot \frac{\rho(1+rt)L}{s} \text{ ohms;}$$

de donde,

$$s = 10 \frac{\rho(1+rt)L}{R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1).$$

Por otra parte:

Sea D, distanzia de la trasmision, en kilómetros.

„ $L(=2D)$, lonjitud del konduktor, en id.

„ s, sekzion del mismo, en mm².

„ δ, densidad del mismo, a 0°. *

„ T, masa total de los L kilómetros, en toneladas.

Entónzes:

$$T = 10^{-3} s \delta L;$$

i de akí,

$$s = 1000 \frac{T}{\delta L} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2).$$

Kombinando (1) i (2) para eliminar a s i despejar a T:—

$$T = 10^{-2} \frac{\rho(1+rt)\delta L^2}{R} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3).$$

Para los metales de mas probable uso en las trasmi-

* Práktikamente la misma ke a $t°$, por lo kual, al rrebés de lo ke suzede rrespekto de la rresistibidad, no ai ke tomar en kuenta en el presente kaso la korrespondiente korrekzion de temperatura.

siones eléktrikas del karákter konsiderado, — el *kobre duro de alta konduktibilidad*, prinzipalmente, *el aluminio*, i *el aluminio-kobre*—se tienen los sigientes balores de ρ, δ i r:—

	Kobre duro.	Aluminio	Aluminio-kobre.
ρ.....	1·65	2·7	3·33
δ.....	8·88	2·67	2·95
r.....	·004	·004	·004

Sustituyendo en la espresion (3) los balores de este kuadro rreferentes al kobre, rresulta:—

$$T = \frac{\cdot 1465(1+\cdot 004t)L^2}{R},$$

lo ke ekibale a eskribir senzillamente:—

$$T = \cdot 1465 \frac{L^2}{R} \text{ a } 0^\circ \ldots\ldots\ldots \quad (4),$$

i a rrekargar el rresultado en 4 por mil, o sea 0·4%, por kada grado sobre zero.

Pero, lo ke se buska es espresar T, o sean las toneladas de kobre rrekeridas, no en funzion de la rresistenzia i de la lonjitud del zirkuito, sino: 1.° de la distanzia D, en kilómetros; 2.° del potenzial máksimo, E, ke sea posible emplear; 3.°, del % de pérdida, λ, mas kombeniente; i 4.°, de la potenzia útil, P_u, en kilowatts disponibles en el estremo de llegada.

Primeramente, entónzes, ai ke sustituir en (4) L por su balor $2D$; de modo ke se tiene:

$$T = \cdot 586 \frac{D^2}{R} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5).$$

Falta espresar, aora, R en funzion de los otros elementos ke akaban de indikarse.

La fórmula jeneral aplikable a toda trasmision o trasformazion de potenzia es:—

$$P_t = P_u + P_p;$$

es dezir la potenzia total o inizial es igual a la potenzia aprobechable en trabajo útil o final, mas la potenzia perdida en la trasformazion o la trasmision.

P_u i P_p pueden espresarse tambien en % de P_t.

Sea λ este tanto por ziento, rreferido a la perdida;

$$\therefore P_p = \lambda P_t,$$

i, por konsekuenzia,

$$P_u = (1 - \lambda) P_t.$$

Asimilando todas estas espresiones a las korrespondientes al kaso del zirkuito eléktriko, se tiene:—

$$P_t = CE \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6),$$

la potenzia total en watts, produkto de la korriente en amperes por la tension o presion inizial en volts;

$$P_p = C^2 R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7),$$

espresion, en joules, de la enerjía disipada por segundo, en forma de kalor, por una korriente de C amperes en una rresistenzia de R ohms;

$$P_p = \lambda CE \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8),$$

espresion ekibalente a la anterior, de la potenzia perdida en watts, en términos de los watts totales; i, rrestando (8) de (6),

$$P_u = (1-\lambda)CE \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9),$$

espresion de la potenzia efektiba, en la estremidad de rrezepzion de la línea.

De la igualdad de las espresiones de la potenzia perdida, (7) i (8), o sea de $C^2R = \lambda CE$, se saka:—

$$R = \lambda \frac{E}{C};$$

pero, segun (9),

$$C = \frac{P_u}{(1-\lambda)E}$$

de suerte ke, rreemplazando, en la fórmula ke prezede, C por por este último balor, la rresistenzia de los konduktores puede representarse por—

$$R = \frac{(\lambda-\lambda^2)E^2}{P_u}.$$

Tal es el balor de R ke se buskaba para introduzir en la fórmula (5), ke de esta manera se kombierte aora en—

$$T = 586 \frac{D^2 P_u}{(\lambda-\lambda^2)E^2},$$

si, a mas de la sustituzion indikada, se multiplika por 1000 el koefiziente numériko, a fin de ke la potenzia, P_u, kede espresada en kilowatts i no en watts. Dibidiendo ambos miembros de esta espresion por P_u, i designando la rrelazion $\frac{T}{P_u}$, por t, se llega a la fórmula definitiba—

$$t = 586 \frac{D^2}{(\lambda-\lambda^2)E^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10),$$

en la kual:

t, kantidad de kobre, a 0°, en toneladas o frakzion de tonelada, por kilowatt rrezibido, en una trasmision eléktrika de potenzia por korriente kontínua;

D, distanzia de la trasmision en kilómetros;

λ, por ziento de pérdida en la línea; i

E, tension o potenzial de oríjen, en volts.

§ 10. Adoptando los balores de δ i de ρ ke se dieron mas atrás para el aluminio, el koefiziente numériko, 586, keda rreduzido a 288; de suerte ke, en igualdad de otras kondiziones, se nezesitaria emplear en los konduktores de una línea trasmisora, a rrazon de ½ tonelada de akel metal, por kada 1 tonelada de kobre. Rresultaria de esto ke, desde el momento en ke el prezio del aluminio fuera solo dos bezes el del kobre, este metal no ofrezeria bentajas sobre el primero, en el karákter de konduktor eléktriko. Pero, es preziso no olbidar ke eksisten ziertas zirkunstanzias de órden mekániko, eléktriko i aun kímiko, ke dan la preeminenzia al kobre, sobre todo para las trasmisiones mui largas. Así, por ejemplo, es una desbentaja para el kaso de las korrientes alternadas el mayor diámetro del konduktor de aluminio ekibalente al de kobre de igual kapazidad trasmisora en rréjimen de korriente kontínua. La rrelazion de esos diámetros es de 1·67 : 1; por manera ke, a un alambre de kobre de 8·2 mm (N°0, S. W. G.), por ejemplo, korresponde en el kaso de korriente kontínua, uno de aluminio de 13·7 mm. Aora bien, dos konduktores del mismo largo, de desigual diámetro i de diferente metal, pero de la misma rresistenzia óhmika para la korriente kontínua, no tienen la misma rresistenzia

efektiba tratándose de korrientes periódikas, sino la determinada en kada kaso por un faktor que depende del produkto de la frekuenzia por *el kuadrado del diámetro* i por la rresistibidad del metal. De esto se desprende ke la rrelazion anotada mas arriba, de ½ tonelada a 1 tonelada, del aluminio al kobre, no puede rrejir sino para los kasos de korriente kontínua; en los largos zirkuitos de korrientes alternadas, esa rrelazion seria ménos faborable para el aluminio.

§ 11. Las TABLAS I i II, al final de este trabajo, están kalkuladas por medio de la fórmula (10), abiendo tomado en kuenta para la segunda de ellas, las korrekziones pekuliares a los zirkuitos trifases, enteramente aislados de tierra, segun se esplika en el § 19.

Ai ke adbertir ke los rresultados ke arroja la fórmula zitada se rrefieren a la masa de kobre (en toneladas o frakzion de tonelada), ke *a la temperatura de zero grado*, se rrekerirá por kada mil watts, (en volt-amperes), *en el mismo estremo de llegada* de la línea.

Lo mas natural es, sin embargo, rreferir esos rresultados: 1.° a una temperatura ke sea la mas probable en kondiziones de trabajo normal; i, 2.° al kilowatt efektibamente disponible en el eje de los rrezeptores, o sea en el berdadero término de trasmision.

Por lo tanto, konkretándome por aora a la korriente kontínua, las balores de *t* obtenidos mediante la fórmula (10) o la TABLA I, deben ser rrekargados de la manera sigiente, si se kiere la mayor aproksimazion en los rresultados:

1.° Estimando en 25° la probable temperatura media de trabajo, i, siendo 4 por mil el aumento de la

rresistenzia por kada grado sobre zero, el koefiziente numériko, 586, i por konsigiente t, deben rrekargarse en un 10%.

2.° Estimando en 90% la efizienzia de rrezepzion a plena karga, la kantidad de kobre, t, inkluido el rrekargo de 10% ke prezede, se rreferirá no a 1 kilowatt sino a ·9 kilowatt: en konsekuenzia, el nuebo rrekargo será sensiblemente komo el otro, es dezir de 10%.

En rresúmen, dado el kaso de la korriente kontínua, puede sentarse komo sufiziente para todo propósito práktiko la sigiente konklusion:

Vualkolkiera ke sean la distanzia i los otros elementos

NOTA, PÁJ. 16, FINAL DE § 10

Segun se a echo notar rrezientemente, esta konkluzion seria inkorrekta. Es zierto ke un aumento de diámetro tiende a produzir mayor densidad de korriente en la superfizie del alambre; pero, si la rresistenzia espezífica del metal es mayor, esta mayor rresistenzia tiende a impedir la desigual distribuzion de la korriente, neutralizando así el efekto debido al aumento de diámetro. En suma, el indikado koefiziente 288 (fórmula 10) para el kaso del aluminio, no nezesita alterarse, al aplikar esta misma fórmula a las korrientes alternadas, kon las korrekziones ke se indikan mas adelante.

$$S = 112{\cdot}6 \frac{T}{D} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11).$$

Por ejemplo, si para una trasmision por korriente kontínua a 8 kilómetros, kon un potenzial de oríjen igual a 2 000 volts, se a encontrado $t = {\cdot}0735$ (TABLA I), dada una pérdida en la línea, $\lambda = 15\%$, entónzes para $P_u =$

100 kilowatts, pongo por kaso, rresultará $T = 9{\cdot}20$, inkluido el rrekargo de 25% ántes indikado.

$$\therefore S = 112{\cdot}6 \frac{9{\cdot}20}{8} = 130 \text{ mm}^2.$$

Lo ke korresponde a dos konduktores de 65 mm². kada uno, o sean de 9 mm. de diámetro. Este tamaño de alambre es de los mas grandes ke se akostumbra usar en la práktika, i no kombiene pasar de el.

Aora si, por ser otras las kondiziones del problema, ubiera rresultado una sekzion, S, mayor ke 130 mm²., entónzes en atenzion a la zirkunstanzia espresada azerka del grosor de los alambres, seria nezesario dibidir 130 por 4 i no por 2, lo ke implika la nezesidad de un doble zirkuito, kon alambres de menor sekzion ke el máksimo permitido o akostumbrado en la práktika.

La determinazion del dato ke prezede, sobre el diámetro i el número de los konduktores, es nezesaria para el kálkulo de los postes, segun se esplika mas adelante; para el kálkulo del kosto de los konduktores sí ke no es nezesaria, pues a ese fin basta multiplikar el número de toneladas de kobre por el prezio estimado de la tonelada de alambre kolokado. Por el momento estando el kobre en barras de £ 70 a £ 75, podia kalkularse la línea de alambres de kobre elektrolítiko, a rrazon de £ 100 la tonelada.

En una trasmision de zierta importanzia, kualkiera ke sea el sistema empleado, i kualkiera el número de los zirkuitos, la sekzion total, S, de los konduktores tendrá ke dibidirse en alambres de los espesores komprendidos en la lista ke sige, i ke pongo akí para ebitar kálkulos ulteriores, una bez allado el balor de S (11).

SISTEMA			SEKZION	PESO POR KILÓMETRO
DIÁMETRO	INGLES S. W. G.	N. AMÉRIKANO B. & S.		
mm.	N.°	N.°	mm²	tonelada
5	.....	.....	**19·64**	**·175**
5·19	.....	4	21·23	·189
5·30	5	.....	22·06	·196
5·80	4	.....	26·12	·235
5·83	.....	3	26·70	·237
6	.....	.....	**28·27**	**·252**
6·30	3	.....	31·17	·277
6·55	.....	2	33·60	·300
6·9	2	.....	37·39	·333
7	.....	.....	**38·49**	**·343**
7·35	.....	1	42·42	·377
7·50	1	.....	44·18	·393
8	.....	.....	**50·27**	**·447**
8·1	0	.....	51·53	·459
8·25	.....	0	53·52	·475
8·7	00	.....	59·45	·529
9	.....	.....	**63·62**	**·566**
9·27	.....	00	67·42	·598
9·3	000	.....	67·93	·605

Se inkluyen los kalibres del sistema ingles (S. W. G.) i del N. amerikano (B. & S.) por ser de frekuente rreferenzia en los libros i las rrebistas téknikas.

§ 13. En la fórmula jeneral (10) figura el faktor $(\lambda - \lambda^2)$, en el kual λ rrepresenta el tanto por ziento de pérdida en la línea. La trasmision, segun se izo rreferenzia en otro lugar, se efektúa en las kondiziones mas ekonómikas kon un balor partikular de λ, ke no es el menor posible, ni el ke aze $\frac{d}{d\lambda}\left(\frac{586 D^2}{(\lambda - \lambda^2) E^2}\right)$ igual a

zero, sino un balor intermedio, bariable segun los rrelatibos balores del kobre, de la enerjía trasmitida, i de los otros ítems de instalazion o de esplotazion.

A no entrar en juego, al rrespekto ekonómiko, nada mas ke el kosto de los konduktores, el mas kombeniente balor de λ seria akel ke aze de la rrelazion $\frac{T}{P_u} = t$ un mínimo, determinado por la kondizion

$$\frac{dt}{d\lambda} = 0,$$

o sea

$$586\,(1 - 2\,\lambda)\frac{D^2}{E^2} = 0;$$

de donde

$$\lambda = 50\%.$$

Es dezir, ke la menor kantidad de kobre por kilowatt rrezibido korresponde a una pérdida en la trasmision igual a la mitad de la potenzia de oríjen; en otros términos, ke sea $P_p = P_u$.

Pero esta kondizion de ekonomía de los konduktores no korresponde a la de ekonomía del sistema, konsiderado en su konjunto de instalazion i de manejo, aun en el ipotétiko kaso de ke fuera absolutamente grátis i sin limitazion práktika la fuente inizial de enerjía disponible. Baste, en efekto, obserbar ke para una misma potenzia trasmitida las instalaziones, tanto de la makinaria idráulika komo de la eléktrika, tendrian ke ser de mayor tamaño i mas kostosas en konsekuenzia, en el kaso de una pérdida de 50% ke en el de una pérdida menor.

Para un proyekto de ejekuzion definitibo, es nezesa-

rio determinar prebiamente akel balor partikular de λ, es dezir, akel % de pérdida, en funzion de la densidad de korriente o de la sekzion de los konduktores, ke aze de la efizienzia komerzial de todo el sistema un máksimo.* Pero, en bista del objeto espezial del presente trabajo, es sufiziente saber ke λ puede oszilar entre 10% i 35% para las largas trasmisiones, sin implikar esto, por otra parte, ke, dado el alto prezio aktual del kobre, no puedan presentarse kasos en ke la mayor ekonomía de konjunto se obtenga kon una pérdida de 40, i aun mas por ziento. Por manera ke si, en jeneral, se determina el peso o el kosto de los konduktores partiendo de la base de un 10% a un 15% de pérdida C^2R, puede dezirse ke un presupuesto así kalkulado no sería impugnable por defekto.

A fin de simplifikar el ejemplo de la fórmula jeneral (10), e akí una lista de los balores kalkulados del faktor $(\lambda-\lambda^2)$, ke será útil, prinzipalmente, kuando las TABLAS I i II no kontengan el balor buskado.

λ	$(\lambda-\lambda^2)$	$\log(\lambda-\lambda^2)$	λ	$(\lambda-\lambda^2)$	$\log(\lambda-\lambda^2)$
5%	·0475	$\bar{2}\cdot6767$	13%	·1131	$\bar{1}\cdot0535$
6 „	·0564	$\bar{2}\cdot7513$	14 „	·1204	$\bar{1}\cdot0806$
7 „	·0651	$\bar{2}\cdot8136$	15 „	·1275	$\bar{1}\cdot1055$
8 „	·0736	$\bar{2}\cdot8669$	16 „	·1344	$\bar{1}\cdot1284$
9 „	.0819	$\bar{2}\cdot9133$	17 „	·1411	$\bar{1}\cdot1495$
10 „	·0900	$\bar{2}\cdot9542$	18 „	·1476	$\bar{1}\cdot1691$
11 „	·0978	$\bar{2}\cdot9903$	19 „	·1539	$\bar{1}\cdot1872$
12 „	·1056	$\bar{1}\cdot0237$	20 „	·1600	$\bar{1}\cdot2041$

§ 14. Las dibersas rrelaziones entre la pérdida, el

* Esta kuestion a sido tratada primeramente por Lord Kelvin; despues por los Profs. Ayrton i Perry, por Kilgour i Geipel, i otros. Konsúltese, p. e. Gérard, *Leçons sur l'Electricité;* Perry, *Calculus for Engineers;* Geipel and Kilgour, *Electrical Engineering Formulæ*; etz.

rrendimiento eléktriko de la trasmision, la densidad de korriente, etz., pueden estudiarse mui bien analizando un kaso partikular, al azer bariar λ dentro de límites estremos. El kuadro ke sige es tanto o mas sujestibo ke un diagrama, al respekto indikado.

Korriente kontínua. BARIAZION DE LA EFIZIENZIA, KANTIDAD DE KOBRE, ETZ., EN FUNZION DEL % DE PÉRDIDA O DE LA DENSIDAD DE LA KORRIENTE.

(Ejemplo: $Pu = 100$ kws.; $D = 20$ kms.; $E = 5\,000$ volts; λ, bariable).

Pérdid. en la línea λ	Efizienzia $1-\lambda$	Potenzia inizial P_t	Kantidad de kobre T	Korriente P_t/E	Rresistenzia $\lambda E/C$	Sekzion del konduktor $56{\cdot}3\,\frac{T}{D}$	Densidad de korriente $\frac{P_t/E}{56{\cdot}3\,T/D}$
%	%	kws.	tons.	amperes	ohms	mm²	amps. por mm².
5	95	105	19·74	21	11·87	55·60	·38
10	90	111	10·40	22·2	22·52	28·26	·78
15	85	118	7·35	23·5	31·90	20·70	1·13
20	80	125	5·86	25	40	16·50	1·52
25	75	133	5	26·6	47	14·08	1·9
30	70	143	4·46	28·6	52·44	12·55	2·28
35	65	154	4·12	30·8	56·82	11·60	2·65
40	60	167	3·91	33·4	60	11	3
45	55	182	3·79	36·4	61·80	10·67	3·4
50	50	200	3·75	40	62·50	10·55	3·8
55	45	222	3·79	44·4	61.80	10·67	4·16
60	40	250	3·91	50	60	11	4·55
65	35	286	4·12	57·2	56·82	11·60	4·93
70	30	333	4·46	66·7	52·44	12·55	5·30
75	25	400	5	80	47	14·08	5·67
80	20	500	5·86	100	40	16·50	6·
85	15	667	7·35	133	31·90	20·70	6·44
90	10	1000	10·40	200	22·52	28·26	7·08
95	5	2000	19·74	400	11·87	55·60	7·20

a) Korrientes alternadas.

§ 15. Ya se trate de la korriente alternada simple, ya de la kombinazion, en diferenzia de fase, de dos o mas korrientes alternadas simples, siempre ai ke apoyarse en los mismos prinzipios jenerales, aprobechados anteriormente, para deduzir en kada kaso la fórmula rrelatiba al kobre. En el fondo biene a ser ésta la misma (10) konsiderada asta akí; kon el agregado de un koefiziente bariable, segun sea el sistema alternante, i las kondiziones rreaktibas del mismo.

Ante todo, es nezesario fijar bien las ideas sobre lo ke debe entenderse por potenzial máksimo inizial, tanto en el kaso de la korriente kontínua komo en el de las korrientes periódikas. En el primero, E es uniformemente konstante, i rrepresenta la tension máksima a ke está sometida en todo momento la planta jeneradora, i la misma línea en su oríjen; en kualkiera de los otros kasos, la tension es uniformemente bariable segun una lei periódika, de modo ke su balor máksimo, aunke sólo instantáneo en kada ziklo, no eszeda del mismo balor, E, ántes konsiderado, a fin de no forzar el aislamiento mas allá de zierto límite establezido.

Esta es la base rrazional de komparazion, en kuanto al potenzial, para los dibersos sistemas de korriente. Es notorio desde el primer momento lo desbentajosa ke rresulta para las korrientes alternadas en jeneral; no ai mas ke fijarse, en efekto, sino en ke para una misma fuerza trasmitida, en igualdad de las otras zirkunstanzias, el faktor "potenzial" tiene ke ser nezesariamente en todo zirkuito alternante sólo una frakzion de E, igual a $\frac{1}{\sqrt{2}}E$, si la lei de la bariazion es sinusoidal:

luego, para un mismo balor de P_u—fijado komo kondizion prebia un balor límite de E ke no es permitido traspasar—abrá ke establezer la kompensazion kon un aumento del faktor "korriente"; lo ke implikan *prima facie* mayor sekzion i, por lo tanto, mayor peso i mayor kosto de los konduktores.

Pero, ai todabía otra desbentaja. El zirkuito alternante de trasmision de fuerza es induktibo; es dezir, las fluktuaziones periódikas de la korriente, en la línea i en los aparatos, dan oríjen a una kontra F. E. M. de indukzion; la kual no sólo tiene por konsekuenzia un rretardo de fase de la korriente, en un ángulo ϕ, sino ke tambien una rredukzion de los volts aktibos o en fase kon la korriente, de $\frac{1}{\sqrt{2}} E$ a $\frac{1}{\sqrt{2}} E \cos \phi$; * lo ke es mas importante ke el efekto anterior.

* El balor medio aritmétiko de todos los balores instantáneos, suzesibos de una F. E. M. sinusoidal de amplitud E i período T es, en un medio período o durazion de una semi ondulazion, igual a $2/\pi$ de ese balor máksimo, o sea a ·637 E; pero no konstituye el berdadero faktor de la potenzia media. El balor medio efektibo o birtual es la $\sqrt{\text{kuadrado medio}}$ de todos los mismos balores i en la misma frakzion de período, es dezir $\frac{1}{\sqrt{2}} E$, o sea ·707 E; i konstituye el berdadero faktor de la potenzia media, lo ke mereze demostrarse.

Sea E, en un zirkuito alternante, el balor zíkliko máksimo de la F. E. M. del jenerador; i e un balor kualkiera, dentro de los límites de un medio período, p. ej. de 0 a $T/2$.

Sea C el balor zíkliko máksimo de la korriente, ke supondré en koinzidenzia kabal de fase kon la F. E. M., i c, un balor intermedio kualkiera.

Komo

$$e = E \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t,$$

$$c = C \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t,$$

En suma, dado un potenzial inizial máksimo, komo base de komparazion, se tiene komo F. E. M. aktiba:

E, para la korriente kontínua;

$\frac{\cos \phi}{\sqrt{2}} E$, para las korrientes alternadas de forma sinusoidal.

por lo tanto

$$ec = EC \operatorname{sen}^2 \frac{2\pi}{T} t .$$

Integrando entre los límites 0 i $T/2$, i dibidiendo por $T/2$ se tendrá el produkto de dos balores partikulares de e i c ke no pueden ser sino los balores medios e_m i c_m, a saber:—

$$\frac{EC}{T/2} \int_0^{\frac{T}{2}} \operatorname{sen}^2 \frac{2\pi}{T} t . dt = \frac{1}{2} EC = e_m c_m .$$

En el kaso ke prezede, la kabal koinzidenzia de fase de la korriente kon la F. E. M. supone un zirkuito totalmente libre de rreaktanzia, lo ke práktikamente no okurre para las korrientes periódikas, sino kuando la rresistenzia del zirkuito puede konsiderarse puramente óhmika, sin induktanzia ni kapazidad apreziables.

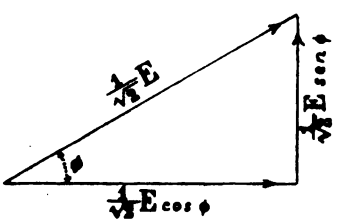
La kondizion estrema opuesta, es dezir de total diskordanzia de fase, kon antizipo o rretardo de un kuarto de período, de E rrespekto de C, korrespondería a un zirkuito alternante en ke la rreaktanzia magnétika i la de kapazidad (efektos ke tienden a neutralizarse) llegaran a kontrarrestar totalmente la F. E. M. impresa, aparente o birtual $\frac{1}{\sqrt{2}} E$, indikada por los vóltmetros.

Ninguno de los estremos señalados korresponde al kaso de un zirkuito de trasmision de potenzia. En jeneral, por otra parte, se puede preszindir de los efektos de la kapazidad, no tratándose de mui largas líneas, para konsiderar komo efekto rreaktibo únikamente la kontra F. E. M. de induktanzia, ke aktúa en kuadratura kon la frakzion aktiba o en fase kon la korriente, de los volts birtuales $\frac{1}{\sqrt{2}} E$.

§ 16. *Korriente alternada simple o unifase.*—No se emplea este sistema en las trasmisiones de fuerza propiamente dichas; pero es útil deduzir la fórmula rrespektiba, por kuanto es la misma aplikable a estos dos kasos: 1) sistema difase, kon 4 alambres; i 2) sistema trifase kon tres alambres, kuando la junzion komun se pone al potenzial de la tierra.

Se a deduzido anteriormente la fórmula (10), ke permite kalkular la kantidad de kobre nezesaria por

El diagrama bektor anekso aklara mejor estas ideas:—



1) $\frac{1}{\sqrt{2}}E$, fuerza elektromotriz efektiba, aparente, (markada por los vóltmetros), en términos del balor máksimo.

2) $\frac{1}{\sqrt{2}}E \cos\phi$, frakzion aktiba (o en fase kon la korriente) de 1) ke, multiplikada por la korriente indikada por los amperémetros, rrepresenta la potenzia efektiba en watts.

3) $\frac{1}{\sqrt{2}}E \operatorname{sen}\phi$, frakzion inaktiba, en kuadratura kon 2), o, F. E. M. deswattada.

4) ϕ, ángulo de rretardo de la korriente rrespekto de 1) kausado por 3).

La rrelazion 2): 1) = cos ϕ = "faktor de potenzia."
,, 3): 1) = sen ϕ = "faktor de indukzion."

Es dezir, entónzes ke la F. E. M. konsumida por la rresistenzia óhmika está en fase, miéntras tanto ke la F. E. M. konsumida por la induktanzia está en kuadratura kon la korriente.

kilowatt útil o rrezibido, en una trasmision de fuerza por korriente kontínua: de la misma fórmula puede deduzirse por komparazion la rrelatiba al presente kaso.

Las premisas son: igualdad de potenzial máksimo inizial, E; de pérdida en la línea, P_p; de distanzia, D; i de potenzia útil trasmitida, P_u.

Se tiene en konsekuenzia:

$EC = P_u$, para la korriente kontínua;

$\frac{\cos \phi}{\sqrt{2}} EC_1 = P_u$, para la korriente unifase;

i kombinando ambas espresiones:

$$C_1 = \frac{\sqrt{2}}{\cos \phi} C; \; C_1^2 = \frac{2C^2}{\cos^2 \phi} \ldots\ldots\ldots (1).$$

Por otra parte:

$C^2 R = P_p$, para la korriente kontínua;
$C_1^2 R_1 = P_p$, para la korriente unifase;

i de ambas:

$$R_1 = \frac{C^2 R}{C_1^2}.$$

Sustituyendo en esta espresion C_1^2 por su balor (1):

$$R_1 = \tfrac{1}{2} R \cos^2 \phi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

Se sige inmediatamente de este rresultado ke, aun suponiendo nula la induktanzia del zirkuito trasmisor de potenzia ($\phi = 0$; $\cos^2 \phi = 1$), la kantidad de kobre rrekerida, T_1, para los P_u kilowatts, seria el doble de la rrekerida, T, para el zirkuito ekibalente de korrien-

te kontínua: las rresistenzias están en rrazon imbersa de las sekziones, i las sekziones en rrazon direkta de las masas de kobre para una misma distanzia, D.

Bolbiendo a la dedukzion: rresulta segun (2) ke—

$$R = \frac{2R_1}{\cos^2 \phi},$$

i komo, ademas, segun fórmula, páj. 14:

$$R = \frac{(\lambda - \lambda^2) E^2}{P_u},$$

entónzes:—

$$R_1 = \frac{\cos^2 \phi}{2} \cdot \frac{(\lambda - \lambda^2) E^2}{P_u}.$$

Aora bien, segun (5), páj. 12:

$$T_1 = \frac{586 D^2}{R_1};$$

es dezir, rreemplazando R_1 por el balor ke akaba de obtenerse,—

$$T_1 = \frac{2}{\cos^2 \phi} \cdot \frac{586 D^2 P_u}{(\lambda - \lambda^2) E^2}.$$

Dibidiendo aora ambos miembros por P_u, a fin de rreferir el rresultado a la unidad de potenzia, i rrepresentando $\frac{T_1}{P_u}$ por t_1, keda:

$$t_1 = \frac{2}{\cos^2 \phi} \cdot \frac{586 D^2}{(\lambda - \lambda^2) E^2};$$

es dezir,

$$t_1 = \frac{2}{\cos^2 \phi} t \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3),$$

fórmula definitiba para la korriente alternada simple.*

En esta fórmula:

t_1, masa de kobre por kilowatt rrezibido, en toneladas;

t, masa de kobre por kilowatt rrezibido, en toneladas;

$\frac{2}{\cos^2 \phi}$, koefiziente por ke deben multiplikarse los rresultados rreferentes a la korriente kontínua (10) para obtener los rresultados rreferentes a la korriente unifase.

§ 17. *Sistema difase, kon kuatro konduktores.*—De la misma manera ke akaba de esponerse, es posible demostrar ke el koefiziente por ke deben multiplikarse en el presente kaso los rresultados korrespondientes a la korriente kontínua es el mismo anterior; esto es, ke la kantidad de kobre por kilowatt rrezibido es, en el sistema konsiderado — difase, kon 4 konduktores:

$$t_2 = \frac{2}{\cos^2 \phi} t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4).$$

§ 18. *Sistema trifase, tipo estrella o* Y, *kon la junzion komun a tierra.*—El kaso es idéntiko a los dos anteriores, rrespekto del konsumo de kobre. De suerte ke, rrepresentado por t_3 la kantidad de metal por kilowatt útil rrezibido se tiene, para una trasmision ekibalente a otra efektuada por korriente kontínua:—

$$t_3 = \frac{2}{\cos^2 \phi} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5).$$

* Los balores de la TABLA II, aumentados en un terzio, o sea 33%, ekibalen a los rresultados de esta fórmula, i de la sigiente, (4).

La disposizion de poner al potenzial de la tierra la junzion komun del sistema trifase konsiderado aktualmente, atiende de preferenzia a las mas apropiadas kondiziones de aislamiento para las líneas aéreas de trasmision de fuerza.

Segun puede berse, este sistema no ofreze bentaja, en kuanto a ekonomía de kobre, sobre el sistema unifase, o el difase kon 4 konduktores. Pero, en kambio, komo funzionamiento es superior a ellos, tratándose, no de distribuzion, sino de trasmision de potenzia a largas distanzias. La istórika trasmision trifase de Lauffen a Frankfort, en 1891, funzionó de este modo. (D, 170 kilómetros; E, de 7 500 a 8 500 volts).

§ 19. *Sistema trifase, enteramente aislado de tierra*— Aun en los zirkuitos sin induktanzia, rrepresenta su adopzion un konsumo 1·5 bez mayor de kobre ke en el kaso ekibalente de trasmision por korriente kontínua. En kambio, komparado kon todos los kasos ke prezeden, ofreze la bentaja de no eksijir, en igualdad de las otras zirkunstanzias, eszepto la tension a ke está sometido el aislamiento, mayor aora ke en el kaso de la junzion comun a t-erra, sino 3/4 o sea 75% del kobre korrespondiente a t_1, etz. La bentaja es, pues, solo rrelatiba si se atiende a la konsiderazion sobre el aislamiento, ke akabo de azer.

En este sistema, la máksima diferenzia de potenzial por fase es $\frac{1}{\sqrt{3}}$ de la máksima diferenzia de potenzial, E, entre kualkiera de dos konduktores; por konsigiente los volts aktibos son $\frac{\cos\phi}{\sqrt{2}}$ de $\frac{1}{\sqrt{3}}E$, es dezir, $\frac{\cos\phi}{\sqrt{6}}E$.

La potenzia por fase debe ser igual a $\frac{1}{3}$ EC, korriente kontínua; por konsigiente,

$$\frac{\cos\phi}{\sqrt{6}} EC_3 = \tfrac{1}{3} EC,$$

de donde,

$$C_3 = \frac{\sqrt{6}}{3\cos\phi} C; \; C_3^2 = \frac{2C^2}{3\cos^2\phi}.$$

Por otra parte, la pérdida *en uno* de los konduktores trifases deberá ser igual a $\frac{1}{3}$ de la pérdida total $2C^2R$, *en los dos* konduktores de la korriente kontínua; esto es,

$$\frac{2C^2}{3\cos^2\phi} R_1 = \frac{2C^2R}{3},$$

de donde

$$R_1 = R\cos^2\phi.$$

Es dezir, preszindiendo de los efektos de la induktanzia, kada uno de los tres konduktores trifases deberá ser igual a kada uno de los dos konduktores del zirkuito ekibalente de potenzia, de korriente kontínua, puesto ke en la kondizion indikada $\cos^2\phi = 1$, i por lo mismo $R_1 = R$. En otros términos, el sistema trifase sin induktanzia i aislado de tierra eksije 1·5 bez la kantidad de kobre eksijida por la trasmision kontínua.

Aora, tomando en konsiderazion ke el faktor de poder no puede ser nunca $\cos\phi = 1$, la espresion definitiba para el kaso konsiderado será, rrepresentando por t'_3 la masa de kobre, en toneladas, por kilowatt útil trasmitido:

$$t'_3 = \frac{3/2}{\cos^2\phi} t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6),$$

en ke t, komo siempre, korresponde a la fórmula (10).

§ 20. La TABLA II a sido kalkulada por medio de la fórmula ke prezede. Los datos obtenidos por dicha fórmula o sakados de la TABLA II, rrekieren las mismas korrekziones ke se tomaron en kuenta rrespekto de la temperatura i de la efizienzia de los aparatos rrezeptores, al tratarse de la korriente kontínua (p. 16).

Fuera de este rrekargo ke, en jeneral, puede fijarse en un 20% a 25%, ai ke rrekordar para el kaso de las korrientes alternadas, kualkiera ke sea el sistema, ke es prudente agregar todabía un 10%. La rrazon de este nuebo aumento se alla en ke las fórmulas deduzidas suponen una korriente sinusoidal, lo ke no es estriktamente korrekto en la práktika, si no por kausa misma de los jeneradores, por kausas esternas, en el zirkuito alternante, ke pueden ser oríjen de deformazion de las ondulaziones: en brebes términos, tómese un terzio mas de kobre, en bez del 22% señalado para la korriente kontínua, ke el ke rresulta empleando la TABLA III, o las dibersas fórmulas ke se an dado para los sistemas alternantes.

§ 21. En un zirkuito alternante de trasmision de fuerza, el ángulo de rretardo, ϕ, debido a la induktanzia de los aparatos i de la línea, nunka podrá ser nulo. Probablemente, en una instalazion bien estudiada desde el punto de bista elektrotékniko, su balor estará komprendido entre 30° i 45°; i, por lor mismo, el de cos ϕ o "faktor de potenzia," entre ·85 i ·70, i el de $\cos^2 \phi$, mas o ménos entre ·70 i ·50.

La influenzia desfaborable de un bajo faktor de potenzia es, segun puede berse, bastante grande. Un faktor de poder ke no llege sino a cos $\phi = \cdot 7$ es sufi-

ziente para duplikar la kantidad de kobre, rrespekto de un zirkuito alternante de trasmision, sin induktanzia, kaso ke esto fuera posible. En efekto, basta fijarse en ke para un ángulo nulo de rretardo, $\cos^2 \phi = 1$; en tanto ke para $\cos \phi = \cdot 7$, $\cos^2 \phi = \cdot 49$. Dibidir por este balor ekibale a multiplikar por 2 los dibersos koefizientes de t, ke se an dado mas atras. Un superfizial eksámen de la TABLA II permite ber inmediatamente la rrápida progresion en ke aumenta la kantidad de kobre al dekrezer el balor del faktor de potenzia. La rrazon es obbia, puesto ke un aumento de la F. E. M. de induktanzia ekibale a una rredukzion de la F. E. M. efektiba, i esta aktúa proporzionalmente al kuadrado de su balor.

Para un proyekto de presupuesto, kizá no se aparte mucho de un kálkulo korrekto tomar $\cos \phi = \cdot 8$.

KAPÍTULO III

KÁLKULO DE LOS POSTES

§ 22. Al komparar los datos rrelatibos a instalaziones eksistentes de trasmision eléktrika de potenzia, se llega a la konklusion ke el kosto de la línea, inkluyendo postes, aisladores, kolokazion, etz., puede estimarse komo sensiblemente proporzional al peso de los konduktores. Bastaríame, por konsigiente, konsultar para este ítem un promedio de rresultados, *v. gr.* en la forma de "kosto de una línea de postes, por tonelada de kobre empleado;" o bien estimar, para todos los kasos en jeneral, en un tanto por ziento del kosto de los konduktores, el de una línea de postes enteramente konkluida.

Pero la kuestion admite un tratamiento ménos indirekto, determinando al efekto el tamaño i la naturaleza de los postes rrekeridos para una instalazion proyektada, i agregar al kosto de los postes el balor de los otros ítems rrelatibamente pekeños kon ke debe rrekargarse esta parte de la instalazion.

A este propósito, debo suponer ke, tratándose de una trasmision a muchos kilómetros i fuera de los límites urbanos, seria forzoso el empleo de la madera sin labrar, del sur de Chile, siendo probablemente lo

mas apropiado el ziprés de las Guaitekas. Es esta madera bajo muchos konzeptos, para el fin indikado, superior al rroble pellin. Los postes al natural de esta madera son mui rregulares en forma i en tekstura; i, karbonizando superfizialmente la parte ke debe kedar bajo suelo, puede dezirse ke la aplikazion de este prozedimiento asegura la bida del poste, a lo ménos por beinte años, segun la esperiencia de antiguos injenieros del Telégrafo del Estado.

Las líneas de trasmision de fuerza presentan muchas analojías kon las líneas telegráfikas, desde el punto de bista de su konstrukzion; sólo ke, por lo komun, tendrán ke ser mucho mas sólidamente establezidas i mucho mejor aisladas, por lo alto del potenzial ke en ellas es fuerza emplear. A este último rrespekto debo dezir ke un buen aislamiento se konsige aora sin apelar a medios estraordinarios o espeziales, komo en zierta manera se azía asta aze poko tiempo kon el empleo de aisladores de azeite, etz. Dentro de la esperienzia adkirida mas rrezientemente, rresulta ke se obtiene, en kuanto es posible, el objeto deseado, kon buenos i sólidos aisladores de bidrio, ke al fin de kuentas no son inferiores a los de porzelana bitrifikada i kuestan mas barato.

Supuesto el empleo de postes komo los deskritos, rregulares i sensiblemente zilíndrikos, puede kalkularse kon aproksimazion sufiziente el tamaño de ellos, sigiendo la marcha ke paso a indikar. Las premisas son: distanzia a ke deben kolokarse los postes, uno de otro; menor altura de los konduktores sobre el suelo; i número i diámetro de los mismos, datos éstos últimos. a ke se llega mediante las TABLAS I o II, o por las fórmulas anteriormente deduzidas.

Este kálkulo no es ni puede ser rriguroso, ni nezesita serlo; pero, komo para ebitar konfusiones es nezesario zierto método en su marcha, me a parezido útil dibidirlo en dos partes, detallando las operaziones en el órden suzesibo en ke se nezesitan los datos.

a) Sobre los konduktores.

§ 23. Prezisados el número i el diámetro de los konduktores de una línea de trasmision:

1.º—Se determina el peso de un simple konduktor por unidad de lonjitud, baliéndose del kuadro de la paj. 19 o de la sigiente fórmula, aplikable al kobre, kuya densidad es 8·9; a saber:

$$G = \cdot 007\, d^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1);$$

fórmula en ke—

G, peso de 1 m. del alambre o konduktor, en kilógramos;

d, diámetro del mismo, en milímetros.

2.º—Se kálkula la tension máksima a ke debe trabajar el alambre:

$$T = \frac{K}{f}\, s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2);$$

en ke—

T, tension máksima de trabajo, en kgs. por mm.²;

K, karga de rruptura, en id. id.;

s, sekzion del alambre, en mm.²;

f, faktor de seguridad adoptado.

Nota.—Para el kobre duro o el bronze de alta konduktibilidad empleados en las trasmisiones aéreas, $K = 45$, i $f = 4$.

3.º—Se kálkula la presion del biento sobre los konduktores:

$$B = \cdot 0006\ bd \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3);$$

en ke—

B, presion del biento sobre 1 metro de alambre, en kilógramos;

b, presion estimada del biento, al aktuar este normalmente sobre una superfizie plana, en kgs. por m.^{2};

·0006, koefiziente de rredukzion de b (superfizie zilíndrika en bez de plana; milímetros en bez de metros).

Nota.—Se puede azeptar komo límite sufiziente para la jeneralidad de los kasos $b = 100$. Aunke en rrealidad pueda ser mayor, es altamente improbable llegen a koinzidir las zirkunstanzias adbersas estremas: empuje máksimo en direkzion normal, i máksimo balor de T, esto es a la temperatura mas baja ke se a supuesto pueda okurrir, al establezer el kálkulo. Por lo demas, si estas konsideraziones no balieran, tratándose de kasos espeziales, puede adoptarze para b el balor ke se juzge kombeniente, en presenzia de los datos ke se posean sobre el partikular.

4.º—Se kálkula la rresultante de (1) i (3):—

$$R = \sqrt{G^2 + B^2} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4);$$

en ke—

R, tension en kilógramos, rresultante de la akzion kombinada del peso del alambre i del empuje del biento, por metro de konduktor;

G i B, balores ya determinados.

Nota.—Se konsidera G en la direkzion, práktikamente orizontal, del eje del alambre; i B en kuadratura, kaso estremo.

5.º—Se kálkula la flecha de la kurba (mas bien parábola ke katenaria, si la flecha no es eszesiba) formada por el alambre a la máksima tension, (2), ke éste debe soportar; o sea la flecha korrespondiente a la mas baja temperatura, en kualkiera época:

$$F = \frac{l^2 R}{8T} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5);$$

en ke—

F, flecha buskada, en metros;
l, luz o distanzia entre poste i poste, en metros;
R, el balor (4), ya determinado;
T, el balor (2), id. id.

6.°—Konozida la flecha mínima (5), se kalkula el largo del konduktor, korrespondiente a esa flecha, o sea a la temperatura mínima:

$$L = l + \frac{8F^2}{3l} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6);$$

en ke—

L, largo korrespondiente a la flecha F, en metros;
l, luz o distanzia entre los dos puntos de suspension,
F, el balor, (5), ya determinado.

7.°—Se kalkula el largo korrespondiente a la temperatura máksima, $t°$ sobre la mínima:

$$L_1 = L(1 + \theta t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7);$$

en ke—

L_1, lonjitud buskada, en metros;
L, el balor anterior, (7);
θ, koefiziente de dilatazion lineal del kobre, estimado en 18×10^{-6};
t, diferenzia entre los estremos de temperatura esperados, en grados.

8.°—Se kalkula la flecha korrespondiente a la temperatura mas alta:—

$$\left.\begin{array}{r} F_1 = \sqrt{\tfrac{3}{8}\, l\,(L_1 - l)}\,; \\ \text{o bien } F_1 = F\sqrt{\dfrac{L\,(1+\theta t) - l}{L - l}} \end{array}\right\} \cdots\cdots \quad (8);$$

en ke—

F, flecha a la temperatura mas alta, en metros;

l, luz entre los dos puntos de suspension;

L, L_1, balores ya determinados (6), (7);

$(1+\theta t)$, binomio de dilatazion lineal del kobre, kon $\theta = 18 \times 10^{-6}$;

Nota.—Si F_1 rresultara eksajerada, kiere dezir ke en las kondiziones del problema, l es demasiado grande; entónzes, en (8) se introduze un balor máksimo de F_1, i se rresuelbe kon rrespekto a l.

Todos los kálkulos ke prezeden, (1) a (8), se rrefieren a los konduktores, i era preziso kon ellos llegar al konozimiento del último dato (8), para deduzir la altura mínima ke deberán tener los postes.

b) Sobre los postes.

§ 24. La altura mínima sobre el suelo, de los alambres o konduktores mas bajos, en una línea komo la ke biene diskutiéndose, está fijada jeneralmente por disposiziones rreglamentarias, fiskales o munizipales. Sea por este motibo, sea por otras konsideraziones espeziales, el balor (8) deduzido mas arriba, agregado a esa altura mínima i a lo rrestante del poste, a kontar desde el punto de suspension del alambre, suman en konjunto la lonjitud o altura del poste, sobre el nibel del suelo.

Rreanudando aora la dedukzion interrumpida:

9.°—Para los fines del presente kálkulo, es mejor dibidir la altura total komo sige:

$$A = a + b;$$

en ke—

A, altura total antedicha, en metros;

a, altura media de los puntos de suspension de los dibersos alambres, en metros.

b, distanzia desde el punto anterior a la estremidad libre del poste, en metros.

Sin error apreziable para el rresultado final—ke es determinar el grueso mínimo de los postes en su base—puede siempre konsiderarse un punto komun o zentro de suspenzion ke, en el sistema de kruzetas, no dista mucho de baler $1/10\ A = b$; por manera, entónzes, ke—

$$A = a + \cdot 1A;$$

de donde—

$$A = 1\cdot 11a \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9),$$

fórmula, rreferente a la altura total, ke será la tomada en kuenta en lo ke rresta de la presente determinazion.

La altura media de suspension, a, keda, pues, determinada por la distanzia permitida entre los alambres i el suelo, i por el balor de la flecha máksima (8) kalkulada.

Establezidos estos antezedentes:

10.°—Se kalkula: a) el esfuerzo (máksimo) lateral del biento sobre los dibersos konduktores tomados en konjunto, esfuerzo ke se konsiderará aplikado en el zentro de suspension; i, b) el esfuerzo o presion del biento sobre el poste mismo:

$$e_1 = nlB \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10a);$$

en ke—

e_1, primer esfuerzo aludido, (aplikado a la altura a);

n, número de alambres o konduktores;

l, lonjitud, práktikamente igual a L, de los alambres, entre los puntos de suspension;

B, presion del biento por metro de simple konduktor (3).

$$e_2 = \cdot 006\, bDA \ldots\ldots\ldots\ldots (10b);$$

en ke—

e_2, segundo esfuerzo aludido, en kilógramos;

b, presion del biento, komo en (2)

D, diámetro, *por determinar*, del poste en su base, al nibel del suelo, en zentímetros;

A, altura total sobre el suelo, en metros.

Nota.—El korrekto balor de D en esta fórmula debiera korresponder, no al diámetro al nibel del suelo, sino a la semi-suma de los diámetros estremos sobre el mismo, en la suposizion de un poste lijeramente kóniko; pero, teniendo en kuenta las kruzetas u otro jénero de soportes para los aisladores, se puede azeptar, el diámetro en la base, D, komo diámetro medio, para los efektos de kalkular la presion del biento.

11.°—Se determina el par de fleksion ekibalente, a 1 metro de altura, de los dos esfuerzos anteriores:

$$E = (\cdot 9e_1 + \cdot 5e_2)A \ldots\ldots\ldots\ldots (11);$$

en ke—

E, esfuerzo ekibalente a e_1 i e_2, aplikable a 1 m. de altura, en kilógramos;

e_1, e_2 i A, balores ya determinados, (10a, 10b, 9).

12.°—Se iguala este rresultado, E (11), al esfuerzo máksimo, E, a ke debe someterse, en kondiziones de trabajo, un poste de 1 metro de altura, de diámetro D, i kargado en el estremo libre, segun la fórmula del kaso:

$$E = \frac{k}{f} \frac{D^3}{H} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12);$$

en ke—

E, esfuerzo konsiderado igual a (13), en kilógramos;

k, koefiziente numériko, kuyo balor depende de la naturaleza de la madera;

f, faktor de seguridad adoptado, jeneralmente 4;

D, Diámetro *por determinar*, del poste, al nibel del del suelo, en zentímetros;

H, altura del poste o del punto de aplikazion de E, o sea 1 metro en este kaso partikular, segun lo establezido por (11).

Nota.—No eksistiendo asta akí datos konozidos sobre las maderas de Chile, podria adoptarse para el zipres, probablemente sin mayor error, $k = \cdot 52$, koefiziente numériko aplikable a los postes de pino rrojo de Noruega, segun las determinaziones del *Post Office*, de Lóndres.

Igualando, entónzes, (11) i (12), despues de introduzir los balores indikados para k, f, i H, en (12), se tiene—

$$(\cdot 9e_1 + 5e_2)A = \cdot 13D^3;$$

pero, komo $e_2 = \cdot 006\ bDA$, keda finalmente—

$$\cdot 13D^3 - \cdot 003bDA^2 - \cdot 9e_1 A = 0 \quad \ldots\ldots (13);$$

$f(D) = 0$, ke se puede determinar fázilmente por aproksimaziones.

§ 25. *Ejemplo numériko sobre la manera de kalkular los postes.*—Se trata de kalkular la línea de postes para una trasmision de 5 000 kaballos, o, mejor dicho, 3 800 kilowatts efektibos, disponibles en el punto de llegada, a 40 kilómetros de distanzia, siendo el potenzial de

oríjen 33 000 volts i la pérdida en la línea un 15%. Se supone ke cos ϕ = faktor de poder no baje de ·8 a plena karga. Sistema empleado, el trifase kon la junzion komun a tierra.

La kantidad de kobre por kilowatt rrezibido será, segun (5), § 18 i kon $(\lambda - \lambda^2) = \cdot 1275$ segun tabla de la páj. 21—

$$t = \frac{2}{\cdot 64} \times \frac{586 \times 40^2}{\cdot 1275 \times 33\,000^2} = 0\cdot 021 \text{ tons.};$$

por konsigiente, los 3 800 kilowatts eksijirán 80 tone ladas. Si a esto se agregan los rrekargos indikados en el § 20, el peso total sube a 80 + 33% = 107 toneladas.

Esto rrepresenta una sekzion total de kobre—

$$S = 112\cdot 6 \frac{108}{40} = 301 \text{ mm.}^2$$

La mas kombeniente subdibision rresulta ser en 6 alambres (para dos zirkuitos trifases de 51 mm² de sekzion kada uno. El tamaño industrial mas zerkano korresponde al alambre N.° 0 (S.W.G.), kon 52·8 mm² de sekzion, i ·470 kgs. por metro. (El peso total llegaria entónzes a 113 toneladas, un lijero eszeso sobre el kalkulado mas arriba).

Suponiendo, ademas, komo antezedentes ke la distanzia entre los postes fuera de 40 metros; ke la presion del biento se estimase únikamente a razon de 100 kgs. por metro kuadrado; ke el koefiziente de seguridad fuera 4; i ke la diferenzia de temperaturas estremas fuera 35°: se tendrian los sufizientes datos para aplikar las fórmulas ántes deduzidas, a saber:—

$l = 40$ metros;
$d = 8{\cdot}2$ mm.;
$s = 52{\cdot}8$ mm.^{2};
$f = 4$;
$b = 100$ kgs. por m^2.
$t = 35°$.

Entónzes, sigiendo el mismo órden ya indikado:—

1.° $G = {\cdot}007\ d^2 = {\cdot}470$ kgs.

2.° $T = \frac{45}{4} \times {\cdot}7854 \times 8{\cdot}2^2 = 594$ kgs.

3.° $B = {\cdot}0006 \times 100 \times 8{\cdot}2 = {\cdot}492$ kgs.

4.° $R = \sqrt{{\cdot}47^2 + {\cdot}492^2} = {\cdot}680$ kgs.

5.° $F = \frac{40^2 \times {\cdot}680}{8 \times 594} = {\cdot}229$ mts., a la temp. inferior.

6.° $L = 40 + \frac{8 \times {\cdot}229^2}{3 \times 40} = 40{\cdot}^{m}00348$, a la temp. inferior.

7.° $L_1 = 40{\cdot}00348\ (1 + {\cdot}000018 \times 35) = 40{\cdot}^{m}029$, a la temperatura superior.

8.° $F_1 = [\frac{3}{8} \times 40\ (40{\cdot}029 - 40)]^{\frac{1}{2}} = {\cdot}660$ m. a la temperatura superior.

La flecha korrespondiente a la temperatura mas alta probable, es entónzes de ·66 m. Si se admite, p. e. ke en esa kondizion eszepzional los alambres mas bajos puedan estar mas o menos a 4·84 m. del suelo, en terreno llano, keda determinada la altura total del poste, i se prosige el kálkulo:

9.° $\cdot 9A = 4{\cdot}84 + {\cdot}66 = 5{\cdot}50$ m.;

$$\therefore A = 1{\cdot}11 \times 5{\cdot}50 = 6{\cdot}10 \text{ m.}$$

10.° $e_1 = 6 \times 40 \times \cdot 492 = 118$ kgs.

$$e_2 = \cdot 006 \times 100 \times D \times 6.10 = 3\cdot 66 D.$$

11.° $E = (\cdot 9 \times 118 + \cdot 5 \times 3\cdot 66 D)\, 6\cdot 10.$

12.° $E = \cdot 13 D^3.$

Finalmente, entónzes:—

$$\cdot 13 D^3 - 11 D - 647 = 0.$$

Aora, poniendo para D balores aproksimados:—

kon $D = 18, f(D) = 758 - 198 - 647 = -87.$

„ $D = 19, f(D) = 892 - 209 - 647 = +36.$

De donde se sige ke los postes deben tener de 18 a 19 zentímetros en la base: lo ke práktikamente ekibale a dezir ke deben ser postes de 20 zentímetros, los rrekeridos para una línea de trasmision komo la propuesta en el ejemplo. Entiéndase bien ke se trata del kaso en ke $b = 100$ kgs., i $k = 4$. Segun las preskripziones del *Board of Trade*, de Inglaterra, $b = 250$ i $k = 6$; lo ke konduziria, kon los datos de este ejemplo, a un tipo de postes de diámetro mas grueso ke el deduzido.

Kada uno de los postes de las dimensiones kalkuladas por el método ke prezede alkanzaria a unos 7·50 m. de largo total, agregado 1·40 m. de la parte ke debe kedar bajo tierra. Su prezio aproksimado, inkluyendo kruzetas, aisladores, akarreo, kolokazion, etz., puede estimarse en $25 a $30. Esto signifika, para los 25 postes en kilómetro, un gasto de $600 a $750; o sea, a

rrazon de $ 200 a $ 250 por tonelada de kobre empleada. Si la tonelada de alambre de kobre elektrolítiko kolokada kostara £100 o sean $ 1 333 de 18d., por ejemplo, rresultaria ke la línea de postes, kon todos sus akzesorios ménos los konduktores, biene a rrepresentar de un 15% a un 20% del importe total del kobre. En jeneral, seria sufizientemente aproksimado kalkular ke los postes, en una línea de trasmision komo las estudiadas, kuestan a rrazon de $250 por tonelada de kobre en los konduktores.

Es nezesario agregar ke el ítem rrelatibamente pekeño korrespondiente a la línea doble telefónika, de nezesidad indispensable en este jénero de instalaziones, keda embuelto en el kosto jeneral.

KAPÍTULO IV.

OTROS ÍTEMS.

§ 26. Los otros ítems ke es menester tomar en konsiderazion para un proyekto de presupuesto de las obras idro-eléktrikas ke komponen una trasmision de potenzia a larga distanzia son: — *a*) óbras idráulikas propiamente dichas; *b*) turbinas i akzesorios i su instalazion; *i*, *z*) makinaria i aparatos eléktrikos (alterno-jeneradores, trasformadores, rrezeptores, etz).

§ 27. A pesar de ke en la industria en jeneral, i, kon rreferenzia a toda klase de motores en partikular, prebaleze el empleo del "kaballo" komo unidad de potenzia, boi a permitirme, sin embargo, en las notas ke sigen, adoptar de preferenzia el "kilowatt" en bez de la unidad menzionada.

Obsérbese ke el kaballo no tiene konekzion direkta kon ninguno de los modernos sistemas de unidades, ni es sikiera una unidad fija: el kaballo ingles ekibale a 76 kilográmetros por segundo i a 746 watts; el kaballo franzes, a 75 kilográmetros por segundo i a 736 watts; etz. Por manera, entónzes, ke komo unidad usual para medir la aktibidad de una trasformazion industrial de enerjía, el kaballo no tiene mayor rrazon de ser ke la

persistenzia de una kostumbre. Mas rrazonable seria adoptar el "poncelet," o sean 100 kilográmetros por segundo, unidad ke a sido propuesta en bez del kaballo, pero kuyo uso no se a jeneralizado. ¿Pero a ké un doble empleo de unidades, kuando el kilowatt puede ser la komun medida, ya se trate de dinamos, ya de turbinas, mákinas de bapor, etz?

Para todo fin práktiko, baste rrekordar las sigientes ekibalenzias, kuando se konsidere nezesario pasar de la indikada unidad de potenzia o aktibidad, o bien de la de enerjía o trabajo,—el kilowatt-ora—a kaballos o a kilográmetros rrespektibamente:

1 kilowatt = $1\frac{1}{3}$ kaballo.
„ = 102 kilográmetros por segundo.
1 kilowatt-ora = $1\frac{1}{3}$ kaballo-ora.
„ = 367 000 kilográmetros.
1 kaballo = $\frac{3}{4}$ kilowatt.

a) Obras idráulikas.

§ 28. No nezesito insistir en los motibos por ke no puede aber base fija para establezer *a priori*, kon esaktitud, el kosto de este jénero de obras por kilowatt de potenzia idráulika efektiba en la estazion de oríjen. En kambio, por lo ke se a bisto, i por lo ke rresta dezir azerka de la makinaria eléktrika e idráulika, es fázil establezer kon bastante aproksimazion el kosto de todo lo rrestante, rreferido en kada kaso, si se desea, al kilowatt útil o efektibamente rrezibido en la estazion de término. Es zierto ke sólo kabe tokar inzidentalmente este punto de las obras idráulikas en una publikazion

del karákter i alkanze de la presente, pues los elementos de imbestigazion pekuliares al kaso entran en el dominio de los konozimientos usuales del injeniero, máksime del injeniero idráuliko. Esto por una parte. Fuera de ello, lo ke se nezesita al tratarse de un proyekto de presupuesto i no de un proyekto de ejekuzion, es simplemente enzerrar el prezio o el dato buskado, dentro de límites sufizientemente aproksimados, de tal modo ke el rresultado final no pueda ser impugnable, sobre todo por defekto.

§ 29. Los prinzipales faktores ke ai ke tomar en kuenta para azer un kálkulo komo el indikado son: las kondiziones topográfikas i jeolójikas de la rrejion en ke debe krearse o utilizarse la kaída de agua; i, la magnitud de la kaída. Es ebidente, de un modo jeneral, ke el prezio de las obras nezesarias, por unidad de potenzia aprobechable, dekrezerá kon el mayor tamaño de la instalazion, i bize bersa. Esto se berifikará konforme a zierta lei ke no es dable prefijar, pero sí deduzir, mediante kurbas de balores obtenidos aziendo bariar sistemátikamente las kondiziones en kada kaso partikular.

Es sufiziente para el propósito en bista, atenerse a las kondiziones jenerales de deklibe, de naturaleza del terreno, al karákter mas o ménos korrentoso de los kursos de agua, etz. etz., de la rrejion en ke deba erijirse una estazion idro-eléktrika de trasmision de fuerza. Si a lo anterior se agrega el dato sobre el menor tamaño probable de instalaziones komo las indikadas, kuando se interpone una larga distanzia entre el punto de jenerazion i el de rrezepzion de la enerjía

eléktrika, entónzes se tendrán los antezedentes nezesarios para establezer el prezio probable de las obras idráulikas, por unidad de potenzia.

Sirban komo datos, por ejemplo, la rrejion zentral de Chile, i una magnitud de las obras idráulikas ke no eszeda de 1 500 kilowatts (2 000 kaballos). Pues bien, sin entrar en detalles ke no es nezesario konsignar akí puede dezirse de un modo jeneral ke las obras komple, tas idráulikas, de esa naturaleza, sin inkluir el ítem rrelatibamente pekeño de las turbinas, kostarían en las zirkunstanzias indikadas, a rrazon de 350 a 400 pesos (de 18d.) por kilowatt idráuliko efektibo, es dezir aprobechable en mober los jeneradores eléktrikos.*

En una publikazion anterior † fijé, para las mismas

* El injeniero Sr. Ateaga, ke aze aktualmente estudios de elektroteknia en este Laboratorio, se a okupado últimamente del mismo asunto. E akí los datos kon ke se a serbido faborezerme, i ke tienden a komprobar el kálkulo ke dejo indikado:

"Prezio del kaballo idráuliko en un total de 1 000 kaballos, obtenidos kon 2 000 litros de agua, sakados por la boka-toma, (inkluyendo pérdidas de agua por ebaporazion i filtrazion) i una kaída útil de 50 metros. Rrendimiento de las turbinas, el komun. Desarrollo total del kanal, 11 kilómetros:

Boka-toma kon presa de 100 metros	$ 50 000
10 800 m. de kanal en tierra	,, 90 000
200 m. de tunel (kon i sin rrebestimiento)	,, 15 000
2 000 m. de kanal rrebestido	,, 60 000
Estanke para 1 000 m.^{3}	,, 25 000
TOTAL	$ 240 000

Prezio por kaballo idráuliko: ..... $ 240
Id. id. kilowatt idráuliko: ..... ,, 320."

Debo azer presente ke esto no inkluye las obras de llegada; de suerte ke los $ 350 a $ 400 indikados en este estudio kedan korroborados kon el dato del Sr. Ateaga.

† A. E. SALAZAR i K. NEWMAN, *Kosto Komparatibo en Chile del Gas i de la Elektrizidad komo Sistemas de Distribuzion de Enerjía*, Santiago, 1896. (Imp. Moderna).

kondiziones antedichas, en $500 el kosto total *por kaballo*, inkluyendo la makinaria idráulika, su instalazion, edifizios, etz. Pero este prezio era deliberadamente demasiado alto, pues sólo se trataba de demostrar ke aun en kondiziones de kosto eksajeradas era posible para Santiago una instalazion eléktrika, kon trasmision desde 40 kilómetros, kapaz de kompetir bentajosamente kon el gas, en materia de alumbrado.

§ 30. El kálkulo de los 350 a 400 pesos por kilowatt idráuliko efektibo se rrefiere al kaso de obras en ke la kondukzion i el aprobechamiento del agua se efektúen por medio de kanales i obras de arte de karákter apropiado, todo de tal manera konstruido ke permita esperar en kualkiera época un serbizio sin interrupziones. Se entiende, ademas, ke en la kreazion de una kaída de agua por los medios señalados no interbienen kañerías metálikas, salbo akaso si fuera nezesario, en el punto de llegada, en la konekzion de las turbinas kon la rrepresa de término del kanal.

§ 31. Aora, kuando la kaída se obtenga konduziendo el agua bajo presion en kañerías metálikas, se puede azer un presupuesto kon mayor aproksimazion ke en el prezedente kaso. A lo ménos, por lo ke rrespekta al kosto del kondukto,—ítem prinzipal en una instalazion de esa klase,—ai los medios de azer un kálkulo bastante aproksimado, kualkiera ke sea el largo de la kañería.

Es mejor ilustrar esto kon un ejemplo, tomando komo base de kálkulo una instalazion idráulika de la magnitud ke sirbió para deduzir el kosto por kilowatt, al ser konduzida el agua por medio de kanales.

Supongamos ke se trata de obtener por medio de rruedas Pelton u otro jénero de turbinas, komo la Girard, una potenzia idráulika efektiba de 1 200 kilowatts, lo ke en konsekuenzia korresponde a 1 500 kilowatts idráulikos, inkluida una pérdida de 20% en los motores.

A este fin se kuenta kon una diferenzia de nibel $H = 300$ metros, dado un desarrollo de kañería $L =$ 10 000 metros,—esto es, una gradiente media de 3%. La kantidad q, igual litros de agua nezesarios para kon zierta frakzion de H aprobechable obtener los dichos 1 500 kilowatts, no está sujeta a limitazion.

Konozidos estos antezedentes, se nezesita determinar el kosto, por kilowatt idráuliko efektibo, de la kañería de azero *mas ekonómika*, konstruida kon planchas rremachadas, adaptable al espresado propósito.

Para una kañería del grado de rrugosidad asignable a kaños de azero rremachados, la kondizion de ekonomía es ke la pérdida de karga por frikzion del agua kontra las paredes sea $\frac{1}{3}$ de la karga total H *; en términos ekibalentes, ke la presion utilizada o markada por los manómetros alkanze solamente a los $\frac{2}{3}$ de dicha karga total, o sean 200 metros en el presente kaso.

Es ebidente, por lo tanto, preszindiendo de la pérdida de 20% a ke se izo referenzia mas arriba, ke $P_u =$ 1 500 kilowatts, o sean 153 tonelámetro-segundos, debe ser un rrendimiento máksimo para la kañería cuyo diámetro se trata de determinar.

* Para todo lo ke se rrelaziona kon este punto i otros a ke se aze rreferencia en la determinazion ke sige, béase la obra del autor: *Kálkulos sobre las Kañerías de Agua*. etz. Santiago, 1898. (Hume i Kª.)

Primeramente, para kalkular el gasto q, tenemos la rrelazion

$$200q = 153,$$

de donde

$$q = \cdot 765 \text{ m}^3 \text{ por segundo.}$$

Aora, si en la fórmula jeneral

$$P_{u\ máx.} = nLrq^{n+1},$$

en la kual—

n, índize de rrugosidad,

L, largo de la kañería, en metros,

r, rresistenzia frikzional de la misma, por unidad de lonjitud, i

q, gasto, en m.^{3} por segundo,

se adopta $n = 2$, korrespondiente al mayor grado de rrugosidad, aplikable en el presente kaso por tratarse de kañería rremachada, i se introduzen los demas balores konozidos, el rresultado es:

$$153 = 2 \times 10\,000 \times r \times \cdot 765^3.$$

Despejando a r:

$$r = \frac{153}{20\,000 \times \cdot 765^3} = \cdot 01708,$$

balor ke korresponde, segun las tablas del libro zitado, a un diámetro

$$D = \cdot 738 \text{ m.}$$

Puede tambien kalkularse direktamente este balor, por la fórmula del diámetro en funzion de la rresisten-

zia frikzional (ob. zit. p. 72), kon $n = 2$, i $r = 0.01708$, a saber:

$$D = \left(\frac{\cdot 0023}{\cdot 7854^2 r}\right)^{\frac{1}{5}} = \cdot 738 \text{ m.}$$

El espesor *medio* de una kañería de este diámetro, i de la klase indikada, para una prezion *media* $\frac{2/3\,H}{2} =$ 100 metros, se puede determinar por la fórmula

$$e = \cdot 06 Dh,$$

en la ke—

e, espesor de las paredes, en milímetros;
D, diámetro de los kaños, en metros;
h, presion en metros de agua.
Por lo tanto

$$e = \cdot 06 \times \cdot 738 \times 100 = 4\cdot 4 \text{ mm.}$$

El peso aproximado total, en toneladas, de un tubo uniforme de azero, de diámetro D metros, espesor e mm., lonjitud l metros, i densidad 8, se kalkula por la fórmula

$$T = \cdot 025 Del,$$

en ke—

T, peso total del kondukto, en toneladas;
e, espesor del mismo, en milímetros;
l, lonjitud del mismo, en metros.

Entonzes, para el aktual ejemplo:

$$T = \cdot 025 \times \cdot 738 \times 4\cdot 4 \times 10\,000 = 812 \text{ toneladas.}$$

Agregando a este rresultado un 20% por solape, rre-

maches, junturas de rreborde entre kaño i kaño, i por el echo de aber azeptado implízitamente un espesor $e = 0$ para una presion $h = 0$, rresulta un total de 974 toneladas.

Se puede estimar la tonelada de este material puesto en Chile, en £30 komo máksimo, o sea un total de £29 220. Esto korresponde a $ 388 700.

Por konsigiente, el kosto buskado por kilowatt idráuliko, o sea inkluida la pérdida en las turbinas rresulta:—

$$\frac{388\,700}{1\,200} = \$324,$$

sin inkluir el kosto de kolokazion, etz.

Nótese la importanzia ke tiene el echo, en los kálkulos sobre la potenzia de una kañería idráulika, de adoptar komo premisa la kondizion de efizienzia máksima, kon arreglo a la fórmula usada mas arriba. Este rrejimen de ekonomía de los kaños se obtiene, kualkiera ke sea el grado de rrugosidad de la superfizie interna de los mismos, kuando $h_p = \frac{1}{n+1} H$; o, lo ke es igual, kuando la karga efikaz keda rreduzida a $h_u = \frac{n}{n+1} H$. Para el kaso espezial de $n = 2$ korrespondiente al ejemplo ke prezede, esto ekibale a dezir ke la kondizion de ekonomía se obtendrá kuando la pérdida de potenzia okasionada por la frikzion, etz., sea la mitad de la potenzia aprobechable.

Tratemos aora el mismo ejemplo sin tomar en kuenta dicha premisa, argumentando komo sige: puesto ke miéntras mayor sea la altura efektiba de una kaída

mayor será la potenzia rresultante kon una misma kantidad de agua, lo ke kombiene, entónzes, en el kaso aktual es aprobechar lo mas ke se pueda los 300 metros de desnibel entre ambos estremos de la kañería.

Ke sea sólo un 10% de H, es dezir 30 metros, la karga perdida por rrozamiento en el kondukto; en tales kondiziones, la karga efikaz seria entónzes de 270 metros, en bez de los 200 únikamente aprobechados en el kálkulo anterior. Komo se parte de la base de ke la potenzia útil debe kedar konstante, se tiene, por lo tanto,

$$153 = 270q;$$

de donde

$$q = \cdot 567 \text{ m}^3.$$

Pero aora, no tratándose de la kondizion espezial $P_{u\,máx.}$ deja de ser aplikable la fórmula ántes empleada, i ai ke prozeder komo sige:

Si en fórmula jeneral

$$q^n = \frac{h}{Lr},$$

se rremplazan q, n, h i L por sus rrespektibos konozidos balores, keda:—

$$\cdot 567^2 = \frac{30}{10\,000r}.$$

Rresolbiendo kon rrespekto a r:

$$r = \frac{30}{10\,000 \times \cdot 3215} = \cdot 00933,$$

balor de la rresistenzia frikzional, por metro de kañería, ke korresponde a $D = \cdot 833$ m., superior, komo puede berse, al balor $D = \cdot 738$ m. deduzido para el rréjimen de $P_{u\ máx.}$

El espesor medio korrespondiente será:

$$e = \frac{\cdot 06 \times \cdot 833 \times 270}{2} = 6 \cdot 75 \text{ mm.};$$

i el peso:

$$T = \cdot 025 \times \cdot 833 \times 6.75 \times 10\,000 = 1\,406 \text{ tons.}$$

Rrekargando este rresultado en un 20% segun se izo en el kaso anterior, se llega a un total de 1 687 toneladas,—un eszeso de 713 toneladas, o sea de mas de 73% sobre la kantidad de azero ke lejítimamente korresponde emplear para una potenzia útil, idéntika en ambos kasos.

De esta manera, el kosto del kondukto, por kilowatt idráuliko efektibo, monta a $ 560 en lugar de los $ 324, korrespondientes a las kondiziones mas faborables.

Una kañería komo la deskrita, si la kantidad de agua disponible no se alla sujeta a limitazion, está mal kalkulada de todas maneras, pues kon ese mismo diámetro, aziendo kaer la presion efikaz a 200 metros, el gasto aumenta a $q = 1\,035$ litros, i el número de kilográmetros, por lo mismo, a 207 000; i, todabía, debe agregarse ke el espesor *medio* no nezesitaria ser sino de 5 milímetros,—en bez de 6.75,—kon la konsigiente rredukzion del kosto total. En todo kaso, para un balor determinado de la potenzia ke se trata de obte-

ner, siempre será mas faborable la kondizion de $P_{u\,max}$ ke sirbió de base al primer kálkulo.

b) Turbinas.

§ 32. El poder desarrollado por un mismo motor idráuliko es sensiblemente proporzional, en todos los kasos, a la potenzia $\frac{3}{2}$ de la karga efektiba. Se sige de lo dicho ke el prezio de estos motores—turbinas, rruedas Pelton, etz.—será una funzion de la kaída efektiba. Luego, para establezer un kálkulo de kosto sobre base fija, ai ke adoptar una kaída media i rreferir el prezio por unidad a la kondizion indikada.

Fijemos el dato en unos 25 metros, lo ke no es eszesibo para el mínimo de potenzia fijado para la instalazion,—unos 1 000 a 1 500 kilowatts. En jeneral, una trasmision a larga distanzia para ke sea komerzialmente esplotable eszederá de este tamaño; por konsigiente, al basar los prezios de las obras idráulikas i de las turbinas instaladas, etz., kon rreferenzia a una planta idro-eléktrika mas bien pekeña, ai la probabilidad—kasi diria la seguridad—de ke para una instalazion mayor los prezios fijados no serian defizientes.

En tales kondiziones de kaída i de tamaño, el prezio de las turbinas, puestas en Chile, no eszederá de $ 6 a $ 7 por kilowatt idráuliko; de modo ke si se rrekarga este guarismo kon los gastos de instalazion, etz., i kon la proporzion de kosto de edifizio, etz., puede dezirse ke el kosto definitibo no pasará del doble de lo indikado. Así i todo rresulta tan pekeño al lado del kosto de las obras idráulikas, por unidad de potenzia útil, ke apénas kabe tomarlo en kuenta separadamente, pues

en rrealidad los $ 350 a $ 400 kalkulados para las primeras pueden inkluirlo todo, asta las turbinas.

Kuando la kaída sea konsiderable, p. ej., ke eszeda de 50 a 100 metros, el uso de las rruedas Pelton pareze imponerse, no sólo komo ekonomía de primera instalazion, sino ke tambien en bista de la gran fazilidad de manejo, rreparaziones, etz., de este jénero de motores idráulikos.

En rresúmen, para este ítem, puede azeptarse un kosto de 12 a 14 pesos por kilowatt disponible en el eje de las turbinas.

z) Makinaria eléktrika

§ 33. Dentro del objeto del presente estudio, bastan los pokos datos ke sigen para kompletar los elementos ke es nezesario konozer para el kálkulo puramente industrial de una trasmision eléktrika de potenzia a larga distanzia.

El prezio de los alternadores, de los trasformadores estátikos i de los elektromotores empleados en una trasmision trifase es, así komo para los dinamos en jeneral, funzion del tamaño de esos aparatos. La bariazion de prezio por kilowatt es mui rrápida para los primeros tamaños; en otras palabras, el prezio por la unidad indikada dekreze ménos rrápidamente a medida ke las dimensiones aumentan. Por eso, a kontar de algunos zientos de kilowatts, el kosto por unidad tiende a uniformarse mas i mas, es dezir, a azerse proporzional a las dimensiones de los aparatos. Tal es lo ke okurre sensiblemente komo desde 500 kilowatts para arriba.

Supongamos ke los motores idráulikos no bajen, para una instalazion rrelatibamente grande, de 500 a 1 000 kilowatts kada uno. Komo los alternojeneradores i sus rrespektibos eszitadores kedan akoplados direktamente kon las turbinas, se sige de esto ke para kalkular su prezio por unidad ai ke rreferir esos aparatos a un tamaño apropiado al del motor idráuliko.

En rrealidad, su potenzia efektiba será un 8 a 10% menor, puesto ke la efizienzia kombinada de alternadores i trasformadores en la planta de oríjen no puede eszeder de un 90%, en rréjimen de trabajo normal.

Puede dezirse ke en estas kondiziones de tamaño, etz., el kilowatt de alternador trifase kompleto, es dezir, instalado kon su eszitador, tablero, etz., kostará en Chile, en números redondos, unos $ 70 de 18d. Si a esto se ágrega el kosto por unidad de los trasformadores estátikos korrespondientes, ke puede estimarse en unos $ 40 de los mismos, se alkanza a un total de $ 110. Pero para mayor seguridad tomemos £ 10, o sean $ 133.

Supuesta, komo rreferenzia jeneral, una pérdida de 10% en la línea, es ebidente ke a kada kilowatt efektibamente rrezibido en el estremo de llegada, korresponde en la estazion de oríjen 1·11 kilowatts. De akuerdo kon este dato, kuando la pérdida sea la indikada—base ke puede adoptarse en jeneral para un proyekto de presupuesto—kada kilowatt útil rrepresenta en instalazion 2·11 kilowatt de makinaria eléktrika. Kon otros balores de λ el rresultado será, naturalmente, diberso del antedicho.

KAPÍTULO V

DETERMINAZION DEL PREZIO DE KOSTO DE LA ENERJÍA TRASMITIDA

§ 34. El problema de la trasmision eléktrika de fuerza a largas distanzias, konsiderado desde el punto de bista puramente ekonómiko o komerzial, se rreduze a la sigiente kuestion:—¿Kuánto kuesta por kilowatt-ora, en el punto de konsumo o de llegada, la enerjía trasmitida eléktrikamente desde zierta distanzia?

Es ebidente ke una kuestion de esta naturaleza sólo podrá tener soluzion esakta al tratarse de una instalazion partikular ya en serbizio o en kurso de ejekuzion; en presenzia de datos fijos sobre kapital imbertido, gastos de esplotazion i mantenimiento, faktor de karga o de konsumo, etz. Pero es ebidente, a la bez, ke se puede llegar kon bastante aproksimazion al konozimiento del mismo dato, konsiderando el problema en su fisonomía jeneral i kon rreferencia a distanzias de trasmision i magnitud de obras, ke korrespondan a kondiziones las mas probables de la práktika. Esto es lo ke trataré de azer en las líneas ke sigen.

§ 35. Los faktores ke, en jeneral, determinan el prezio de kosto de toda produkzion industrial por unidad

produzida, para zierta magnitud o eskala de la industria, son: 1) gastos de todo jénero, komo ser intereses, materia prima, salarios, rreparaziones, etz., etz.; i, 2) faktor de konsumo, o "de karga," si se trata de una produkzion industrial komo la ke nos okupa.

Rrespekto de la magnitud o eskala en ke pueda efektuarse komerzialmente una trasmision eléktrika de potenzia a larga distanzia, ai ke establezer komo límite inferior, para los prezios establezidos en el último kapítulo, digamos unos mil kilowatts de kapazidad de la planta trasmisora. Debe rrekordarse ke ai kausas de pérdida ke son kasi igualmente grandes para todos los tamaños, pero ke por lo mismo afektarán, en tanto por ziento, mucho mas a las pekeñas ke a las grandes instalaziones: por ejemplo, los eskapes de la línea, por los aisladores o a trabes del aire, en presenzia de un alto voltaje empleado: ke se trate de zien kilowatts o de mil kilowatts, la pérdida por la kausa señalada será igual en ambos kasos. Por otra parte, no es posible deszender de zierto tamaño de postes i aisladores, de suerte ke para unos kuantos kilowatts trasmitidos la línea de postes rresultaria tan kostosa komo para una trasmision mucho mayor. Análogas konsideraziones pueden azerse rrespekto de las obras idráulikas, la makinaria eléktrika, etz. En kambio, una falta de proporzionalidad, a kontar de un mil kilowatts para arriba, al establezer un kálkulo de kosto, tiene mucho ménos importanzia por dos rrazones: primera, porke la tasa de la bariazion ba aziéndose kada bez ménos apreziable; i, en segundo lugar, porke los errores rresultantes no serian impugnables por defekto, ke es lo ke mas debe ebitarse en un presupuesto de karákter industrial.

El segundo de los faktores enumerados mas arriba eksije la determinazion prebia del kosto total por kilowatt rrezibido, de las instalaziones idro-eléktrikas kompletas ke forman una trasmision de potenzia. En último análisis el kosto rreferido se rresuelbe en dos ítems ke pueden konsiderarse, bariable el uno, i konstante el otro para zierto balor de λ, o de pérdida C^2R en la línea.

En símbolos:

$$P_u = (\alpha + \beta)t + K.$$

En esta fórmula:

P_u, kosto total, por kilowatt rrezibido, de las obras kompletas ke konstituyen una trasmision eléktrika de potenzia;

$(\alpha + \beta)t$, ítem bariable, ke se diskutirá en segida, korrespondiente al kosto de la línea trasmisora, por unidad trasmitida;

K, ítem konstante para un balor determinado de λ, ke komprende todos los otros gastos de instalazion, komo ser obras idráulikas, makinaria eléktrika, etz.

El término bariable, $(\alpha + \beta)t$, se deskompone de la manera ke sige:

α, kosto de los konduktores de kobre kolokados, por tonelada;

β, proporzion de kosto de la línea de postes, por tonelada de konduktores;

t, kantidad de kobre, en toneladas, por kilowatt rrezibido (t, t_1, t_3, etz., segun el sistema).

Para un kálkulo komo el presente puede tomarse, komo balor de α, £ 100 o sean $ 1 330 en números rre-

dondos. Estas zifras son indudablemente algo subidas, aun en presenzia del alto prezio — de £ 70 a £ 75 — ke a alkanzado en los últimos tiempos el kobre en barras. Pero es mejor prozeder de esta manera, kon el propósito de disminuir las probabilidades de una dedukzion final defiziente, ke zeñirse demasiado estrechamente al prezio mas bajo probable.

Por lo ke toka a β, asignémosle el balor de $ 250 deduzido en el § 46, en la suposizion ke pareze justifikada — por lo ménos dentro de los límites ke pueden presentarse en la práktika — de ke el kosto de la línea de postes, en una trasmision eléktrika de potenzia, es sensiblemente proporzional al peso de los alambres konduktores.

Finalmente, ke sea el sistema trifase, kon la junzion komun a tierra, el ke sirba de base para el kálkulo de la kantidad de kobre nezesaria por kilowatt de potenzia rrezibida. En tal kaso, el ítem ke biene diskutiéndose kedaria en la forma:

$$(\alpha + \beta)t = 1\,580t_3 \text{ pesos.}$$

Paso, aora, a la determinazion del término konstante, K, rreferido kada bez a un balor partikular de λ.

Tratándose de una trasmision arriba, mas o menos, de 1 000 kws. los antezedentes son: $ 350 (digamos) para las obras idráulikas, por kilowatt de poder utilizable; $ 14 para las turbinas, por la misma unidad; i $ 133 para la makinaria eléktrika, tambien por kilowatt, entendiéndose en este último kaso ke ai ke agregar la instalazion eléktrika de oríjen a la de llegada.

Entónzes, kon $\lambda = 10\%$, i una efizienzia final de 70% (§ 5) se tiene:

a) *Obras idráulikas*: $1 \div 0{\cdot}70 = 1{\cdot}43$ kw. idr., @ $ 350..... $ 500
b) *Turbinas* id. id. id. @ $ 14..... „ 20
z) *Makinaria eléktrika*: kon efizienzia de 90% en la línea, i de 90% en la trasformazion de llegada: $1 \div 0{\cdot}81 = 1{\cdot}24$ kw. en el oríjen; mas $1 \div 0{\cdot}90 = 1{\cdot}11$ kw. en la llegada, son 2·35 kws., @ $ 133..... „ 310

TOTAL..... $ 830

Análogamente se puede prozeder en presenzia de otros balores de λ para llegar en kada kaso al balor aproximado de la constante K. E akí unos kuantos rresultados obtenidos por este medio:

Kon	$\lambda = 10\%$	se obtiene	$K =$	$ 830
„	$\lambda = 20\%$	„	$K =$	„ 915
„	$\lambda = 30\%$	„	$K =$	„ 1025

Si se tubiera en bista, por ejemplo, determinar el kosto total por kilowatt de potenzia rrezibida, en rréjimen de 10% de pérdida C^2R en la línea, para el kaso de una trasmision trifase kon la union komun del sistema al potenzial de la tierra, la fórmula de la p. 63 se kombertiría en la sigiente:

$$P_u = 1\,580 t_3 + 830.$$

El faktor bariable, t_3, se kalkula segun ya se a esplikado, (§ 18) o mediante la TABLA II, ateniéndose a las obserbaziones ke en esta tabla se konsignan. Por ejemplo: para una trasmision a 40 kms., kon un potenzial máksimo, E, de 20 000 volts, 10% de pérdida C^2R en la

línea, i un faktor de poder de ·80, aplikando la fórmula anterior, rresulta:

$$P_u = 1\,580 \times \cdot 108 + 8\,300 = 1\,000 \text{ pesos.}$$

El kuadro del frente a sido kalkulado de esta manera, pero estendiendo los rresultados a $\lambda = 20\%$ i $\lambda = 30\%$, kon el fin de poder azer algunas komparaziones útiles. Su interes — así komo el de todo kuadro análogo ke pudiera formarse, basado en las mismas u otras fórmulas tendentes al mismo objeto — no estriba prezisamente en la esaktitud de los balores numérikos anotados, sino en el echo de ke ellos permiten una komparazion de konjunto, para llegar a ziertas konklusiones de karákter jeneral ke no deben perderse de bista.

Por ejemplo, para la mas korta distanzia ke en ese kuadro figura — 40 kilómetros — puede obserbarse ke no es bentajosa, en igualdad de otras kondiziones, una pérdida C^2R en la línea ke suba de 10%, por kuanto lo ke se aorra en kobre, grazias a un mayor balor de λ keda mas ke kontrarrestado kon el mayor tamaño nezesario de la planta idro-eléktrika en el oríjen de la trasmision.

Rrespekto de las distanzias mas largas konsignadas en el kuadro, suzede todo lo kontrario. El ekilibrio se rrompe a fabor de un mayor balor de λ a medida ke la distanzia aumenta, lo ke es fázil de esplikar, pues miéntras K keda konstante, el ítem bariable determinado por el faktor t_3 aumenta, a su turno, en proporzion al kuadrado de la distanzia. El efekto, segun puede berse, es mucho mas notable para el kaso de los bajos potenziales, lo ke es fázil kolejir, por otra parte, si se atiende a la estruktura de la fórmula jeneral para el kálkulo de t.

KOSTO TOTAL APROKSIMADO (EN PESOS DE 18d), POR KILOWATT RREZIBIDO, DE LAS INSTALAZIONES IDRO-ELÉKTRIKAS KOMPLETAS DE TRASMISION DE POTENZIA—Sistema trifase, junzion komun a tierra, línea aérea; faktor de poder, ·8; P_u, 1000 kw. o mas.

Distanzia	$\lambda = 10\%$			$\lambda = 20\%$			$\lambda = 30\%$		
	E máksimo inizial, en volts.			*E* máksimo inizial, en volts.			*E* máksimo inizial, en volts.		
	20 000	30 000	40 000	20 000	30 000	40 000	20 000	30 000	40 000
Kms.	$	$	$	$	$	$	$	$	$
40	1 000	906	873	1013	959	940	1098	1058	1043
60	1 215	1 000	926	1132	1013	970	1190	1098	1066
80	1 516	1 113	1 000	1303	1088	1013	1317	1155	1098
100	1 900	1 333	1 097	1520	1184	1068	1483	1230	1140
120	2 372	1 516	1 215	1783	1303	1132	1690	1317	1190
140	2 928	1 764	1 354	2096	1440	1210	1924	1423	1250
160	3 574	2 050	1 516	2460	1602	1303	2196	1546	1317
180	4 300	2 372	1 697	2870	1883	1404	2509	1683	1396
200	5 116	2 734	1 900	3329	1990	1520	2856	1840	1483

Otra de las barias konklusiones de karákter jeneral ke pudieran sentarse aziendo el análisis de un kuadro de rresultados, komo el presente, es ke, sin mayor estudio, puede fijarse kon sufiziente aproksimazion el kapital ke demandará una trasmision kualkiera, — dentro de las premisas fijadas en el último kapítulo, — en funzion de la distanzia. Sea, *v. gr.* el kaso de Santiago. konsultando el kuadro puede berse ke para un trasporte eléktriko de fuerza a esta ziudad, desde unos 40 a 50 kilómetros, el kosto de las instalaziones idro-eléktrikas kompletas, es dezir komprendiendo la línea i la planta de rrezepzion, no puede apartarse mucho de mil pesos por kilowatt efektibo, disponible en el estremo de llegada.

Etz., etz.

§ 36. Kon los datos ke prezeden, azerka de la manera de determinar el kosto de una trasmision, por kilowatt de potenzia útil, se llega a konozer uno de los elementos rrekeridos para fijar el prezio de kosto de la unidad industrial de enerjía — el kilowatt-ora — en el punto de espendio o de konsumo.

El elemento komplementario, de ke nunka es posible preszindir en kaso de una trasmision establezida sobre bases komerziales, es "el faktor de karga" de la misma. Por esta espresion debe entenderse la rrelazion eksistente entre el número de kilowatt-oras efektibamente bendidos o estimados por kualkier motibo a zierto prezio medio, i el máksimo número de las mismas unidades ke en, rréjimen de trabajo normal de la instalazion, pudieran benderse o estimarse de un modo ekibalente.

El número total de oras en un año es 8 760. Para kada kilowatt de potenzia útil, un faktor de karga ideal de 100%, korresponderia, entónzes, a 8 760 kilowatt-oras anuales; faktor de karga ke, en caso de ser rrealizable, eksijiría talbez un kilowatt de rreserba de la kapazidad de la planta, por kada kilowatt aktibo.

Por otro lado, un faktor de karga demasiado bajo — sobre todo en rréjimen de produkzion definitibo — no puede tomarse en kuenta sino inzidentalmente al tratarse de la determinazion del prezio de kosto del kilowatt-ora de enerjía eléktrikamente trasmitida. Una instalazion en semejantes kondiziones no estaria justifikada, industrial o komerzialmente ablando. *

Una base rrazonable pareze la sigiente: ke kada kilowatt de kapazidad de la instalazion tenga un faktor de karga — digamos — de 40%, uniforme durante el año; en tal kaso podria konsiderarse ke la planta embolbia en sí una rreserba mas ke kombeniente. Entónzes, kada kilowatt útil de la instalazion rrendiria en enerjía bendible 3 500 kilowatt-oras anuales, lo ke no pareze eksajerado.

Aora bien, el prezio de kosto de kada una de estas unidades se obtendrá agregando al interes del kapital imbertido o komprometido por kilowatt, todos los otros gastos de la esplotazion, i dibidiendo el total por el número korrespondiente de kilowatt-oras bendidos, — 3 500, en el kaso aktual.

Supongamos se trata de una trasmision de 40 kilómetros. En este kaso, segun se a bisto, el kosto total

(*) Sobre la influenzia del faktor de karga en el kosto de produkzion del gas i de la elektrizidad, puede berse el trabajo del autor, zitado en la p. 50.

por kilowatt útil no puede eszeder de $ 1 000 para una instalazion komo de 1 000 kilowatts. Estimado el interes en 7% i todos los otros gastos en 10% de dicha suma —lo ke pareze korresponder a ziertas kondiziones jenerales de la práktika — se tendria, entónzes:

Interes, 7% sobre $ 1 000	$ 70
Sueldos, mantenimiento, probision para rreparaziones, gastos jenerales, etz., 10%	„ 100
TOTAL	$ 170

De donde, prezio por kilowatt-ora, en las preskritas kondiziones:

$$\frac{170}{3\,500} = \$\ 0{\cdot}05.$$

Nótese ke se trata de una deduksion para un kaso espezial, i ke en otras kondiziones de kapital imbertido, de gastos de esplotazion i de faktor de karga, el rresultado podrá ser mayor o menor ke el ejemplo ke prezede.

En bista de un faktor de karga bastante favorable komo es el de 40%, i de una trasmision nada mas ke a 40 kilómetros, 5 zentabos por kilowatt-ora no es ziertamente un rresultado mui brillante; por lo ménos, no lo seria tratándose de una instalazion de algunos miles de kilowatts. Pero en este kaso es indudable ke las obras kompletas kostarian ménos por unidad i ménos, en konsekuenzia, el kilowatt-ora disponible.

§ 37. Kon una instalazion de dinamos a bapor, — pongo por kaso, dos o mas unidades de 500 a 1 000 kilowatts kada una — es posible obtener, aun en Chile,

rresultados ke no eszeden sensiblemente del anotado mas arriba sobre la instalazion idro-eléktrika. Se entiende, ademas, ke el faktor de karga es el mismo de 40% adoptado para el ejemplo.

Kon efekto, una planta de esa naturaleza perfektamente ekipada, kon todos los elementos modernos ke propenden a una produksion ekonómika kuesta, por kilowatt de potenzia disponible, unas £ 25 o sean $ 333. Me rrefiero a Chile. Aora bien, tomemos komo gastos fijos — es dezir fuera del kombustible — la misma proporzion de 7% i 10% del ejemplo zitado: entónzes la proporzion de estos gastos, por kilowatt-ora jenerado, será de 1·6 zentabos. Si a esto se agrega el kosto del karbon, 1·5 kgs. a 2·4 zts., o sean 3.6 zts., rresulta un total de 5·2 zts.

Aktualmente, en los Estados Unidos, kon un tipo moderno de estazion zentral de ferrokarril eléktriko, de unos 3 000 a 4 000 kws. de kapazidad total, kon el karbon a 3·5, dollars la tonelada, i kon un faktor de karga de 33·3%, se obtiene el kilowatt-ora al kosto medio de 1 zentabo oro.

Sólo me rresta agregar ke, tanto en el kaso idráuliko komo en el del bapor, estos prezios de kosto se rrefieren al kilowatt-ora disponible en un punto ke no es el definitibo de konsumo: bienen en pos los rrekargos debidos a la distribuzion; i, si el faktor de konsumo o de karga de este serbizio sekundario es sólo un tanto por ziento del tanto por ziento anterior, bien se komprende ke el kosto definitibo puede llegar a eszeder konsiderablemente del kalkulado para el término de una trasmision idro-eléktrika, o para una instalazion de bapor, en el lugar de jenerazion de la korriente.

TABLA I.

TRASMISION POR KORRIENTE KONTÍNUA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR LOS RREKARGOS DE TEMPERATURA I DE INEFIZIENZIA DE RREZEPZION, (§ 11).

$$t = \frac{586\, D^2}{(\lambda - \lambda^2)\, E^2} \ldots (10), \S\ 9;$$

kon t, en toneladas; D, en kilómetros; λ, pérdida C^2R en la línea, en %; E, potenzial de oríjen, en volts.

NOTA.—Los balores estremos de esta tabla solo se konsignan komo rreferenzia.

Trasmision por korriente kontínua

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR RREKARGOS, (§ 11).

Tension inizial	Pérdida en la línea	Distanzia en kilómetros									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Volts	%	Toneladas									
1000	5	·0494	·1974	·444	·790	1·234	1·776	2·417	3·158	3·997	4·936
	10	·0260	·1040	·234	·416	·651	·936	1·275	1·664	2·106	2·605
	15	·0184	·0735	·165	·294	·460	·662	·900	1·176	1·489	1·838
	20	·0147	·0586	·132	·234	·366	·527	·718	·938	1·186	1·465
	25	·0125	·0500	·113	·200	·313	·450	·613	·800	1·013	1·250
	30	·0112	·0446	·100	·178	·279	·402	·547	·714	·904	1·116
2000	5	·0123	·0494	·1110	·1974	·3085	·444	·6042	·7896	·9991	1·234
	10	·0065	·0260	·0585	·1040	·1628	·234	·3190	·4160	·5265	·651
	15	·0046	·0184	·0413	·0735	·1149	·165	·2250	·2940	·3721	·460
	20	·0037	·0147	·0329	·0586	·0916	·132	·1794	·2344	·2965	·366
	25	·0031	·0125	·0281	·0500	·0781	·113	·1531	·2000	·2531	·313
	30	·0028	·0112	·0251	·0446	·0698	·100	·1367	·1784	·2260	·279
3000	5	·0055	·0219	·0494	·0877	·1371	·1974	·2685	·3508	·4441	·5484
	10	·0029	·0116	·0260	·0464	·0724	·1040	·1417	·1856	·2340	·2894
	15	·0020	·0082	·0184	·0326	·0510	.0735	·1000	·1304	·1650	·2042
	20	·0016	·0065	·0147	·0261	·0407	·0586	·0797	·1044	·1320	·1628
	25	·0014	·0056	·0125	·0222	·0347	·0500	·0680	·0888	·1130	·1389
	30	·0012	·0050	·0112	·0198	·0310	·0446	·0607	·0792	·1000	·1240

	10	·00163	·00640	·0146	·0260	·0407	·0585	·0797	·1040	·1316	·1628
	15	·00115	·00460	·0103	·0184	·0287	·0413	·0563	·0735	·0930	·1149
	20	·00091	·00360	·0081	·0147	·0229	·0329	·0448	·0586	·0740	·0926
	25	·00078	.00310	·0070	·0125	·0195	·0281	·0383	·0500	·0630	·0781
	30	·00070	·00280	.0063	·0112	·0174	·0251	·0342	·0446	·0560	·0698
5000	5	·00197	·00790	·0178	·0316	·0494	·0710	·0967	·1263	·1599	·1974
	10	·00104	·00416	·0936	·0166	·0260	·0374	·0510	·0665	·0842	·1040
	15	·00074	·00294	·0662	·0118	·0184	·0265	·0360	·0470	·0595	·0735
	20	·00059	·00234	·0527	·0094	·0147	·0210	·0287	·0375	·0474	·0586
	25	·00050	·00200	·0450	·0080	·0125	·0180	·0245	·0320	·0405	·0500
	30	·00045	·00178	·0402	·0071	·0112	·0161	·0219	·0215	·0361	·0446
6000	5	·00137	·00548	·01234	·02190	·0343	·0494	·0671	·0877	·1111	·1371
	10	·00072	·00290	·00651	·01160	·0181	·0260	·0354	·0464	·0585	·0723
	15	·00051	·00204	·00459	·00815	·0128	·0184	·0250	·0326	·0413	·0510
	20	·00041	·00163	·00366	·00652	·0102	·0147	·0199	·0261	·0329	·0407
	25	·00035	·00139	·00312	·00555	·0087	·0125	·0170	·0222	·0281	·0347
	30	·00031	·00124	·00279	·00495	·0078	·0112	·0152	·0198	·0251	·0310
7000	5	·00100	·00403	·00910	·01611	·0252	·0363	·0494	·0645	·0816	·1010
	10	·00053	·00212	·00480	·00850	·0133	·0191	·0260	·0339	·0430	·0531
	15	·00037	·00150	·00337	·00600	·0094	·0135	·0184	·0240	·0304	·0375
	20	·00030	·00120	·00269	·00480	·0075	·0108	·0147	·0191	·0242	·0299
	25	·00025	·00100	·00230	·00410	·0064	·0092	·0125	·0163	·0206	·0255
	30	·00023	·00090	·00200	·00360	·0057	·0082	·0112	0146	·0163	·0228

TABLA II.

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR LOS RREKARGOS DE TEMPERATURA, DE INEFIZIENZIA DE RREZEPZION, ETZ., (§§ 11,20).

$$t'_3 = \frac{1{\cdot}5}{\cos^2 \phi} \frac{586\, D^2}{(\lambda - \lambda^2)\, E^2} \ldots (6), \S\ 19;$$

kon cos ϕ, faktor de poder, en %; D, distanzia, en kilómetros; λ, pérdida C^2R en la línea, en %; E, balor zíkliko mákzimo del potenzial de oríjen, en volts.

Obserbaziones.

a). Los balores de esta tabla, *aumentados en un terzio*, sirben ademas:

1.º Para el sistema de trasmision por korriente alternada simple o unifase;

2.º Para el sistema difase, kon 4 konduktores;

3.º Para el sistema trifase, kon la junzion komun a tierra. (En este kaso el potenzial ke pone a prueba el aislamiento de los aparatos es inferior a E).

b). Fuera del 33·3% anterior, rrijen para los tres kasos enumerados los mismos rrekargos, §§ 11,20.

z). La kolumna cos $\phi = 1$ de esta tabla solo se pone komo rreferenzia.

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR RREKARGOS.

D = 20 kilómetros.

Potenzial mákzimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts	%	Toneladas			
5000	*5*	·2961	·3656	·4626	·6042
	10	·1563	·1930	·2442	·3189
	15	·1114	·1361	·1740	·2272
	20	·0879	·1085	·1374	·1794
	25	·0750	·0926	·1171	·1531
	30	·0670	·0827	·1045	·1367
10000	*5*	·0740	·0914	·1156	·1510
	10	·0391	·0482	·0610	·0797
	15	·0278	·0340	·0435	·0568
	20	·0220	·0271	·0343	·0448
	25	·0187	·0231	·0293	·0383
	30	·0167	·0207	·0261	·0342
15000	*5*	·0329	·0406	·0514	·0671
	10	·0174	·0214	·0271	·0354
	15	·0124	·0151	·0193	·0252
	20	·0098	·0120	·0153	·0199
	25	·0083	·0103	·0130	·0170
	30	·0078	·0092	·0116	·0152
20000	*5*	·0185	·0228	·0289	·0378
	10	·0098	·0121	·0153	·0199
	15	·0070	·0085	·0109	·0142
	20	·0055	·0068	·0086	·0112
	25	·0047	·0058	·0073	·0096
	30	·0042	·0052	·0065	·0085
25000	*5*	·0118	·0146	·0185	·0242
	10	·0063	·0077	·0098	·0127
	15	·0045	·0054	·0070	·0091
	20	·0035	·0043	·0055	·0072
	25	·0030	·0037	·0047	·0061
	30	·0027	·0033	·0042	·0055
30000	*5*	·0082	·0102	·0128	·0168
	10	·0043	·0054	·0068	·0089
	15	·0031	·0038	·0048	·0063
	20	·0024	·0030	·0038	·0050
	25	·0021	·0026	·0033	·0043
	30	·0019	·0023	·0029	·0038

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR RREKARGOS.

D=40 kilómetros.

Potenzial mákzimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts	%	Toneladas			
5000	*5*	1·184	1·462	1·850	2·417
	10	·625	·772	·977	1·276
	15	·446	·544	·696	·909
	20	·352	·434	·550	·718
	25	·300	·370	·468	·612
	30	·268	·331	·418	·547
10000	*5*	·296	·366	·463	·604
	10	·156	·193	·244	·319
	15	·111	·136	·174	·227
	20	·088	·108	·137	·179
	25	·075	·093	·117	·153
	30	·067	·083	·104	·137
15000	*5*	·132	·162	·206	·269
	10	·069	·086	·109	·142
	15	·050	·060	·077	·101
	20	·039	·048	·061	·080
	25	·033	·041	·052	·068
	30	·031	·037	·046	·061
20000	*5*	·074	·091	·116	·151
	10	·039	·048	·061	·080
	15	·028	·034	·043	·057
	20	·022	·027	·034	·045
	25	·019	·023	·029	·038
	30	·017	·020	·026	·034
25000	*5*	·0474	·0585	·0740	·0967
	10	·0250	·0319	·0391	·0510
	15	·0178	·0218	·0278	·0364
	20	·0140	·0174	·0220	·0287
	25	·0120	·0148	·0187	·0245
	30	·0107	·0132	·0167	·0219
30000	*5*	·0329	·0406	·0414	·0671
	10	·0174	·0214	·0271	·0354
	15	·0124	·0151	·0193	·0252
	20	·0098	·0120	·0153	·0199
	25	·0083	·0103	·0130	·0170
	30	·0074	·0092	·0116	·0152

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO. SIN INKLUIR RREKARGOS.

D = 60 kilómetros.

Potenzial máksimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts	%	Toneladas			
10000	5	·666	·823	1·041	1·359
	10	·352	·434	·549	·717
	15	·251	·306	·392	·511
	20	·198	·244	·309	·404
	25	·169	·208	·263	·344
	30	·151	·186	·235	·308
15000	5	·296	·366	·463	·624
	10	·156	·193	·244	·319
	15	·111	·136	·174	·227
	20	·088	·108	·137	·179
	25	·075	·093	·117	·153
	30	·070	·083	·104	·137
20000	5	·167	·206	·260	·340
	10	·088	·109	·137	·179
	15	·063	·077	·098	·128
	20	·049	·061	·077	·101
	25	·042	·052	·066	·086
	30	·038	·046	·059	·077
25000	5	·107	·132	·166	·217
	10	·056	·069	·088	·115
	15	·040	·049	·063	·082
	20	·032	·039	·049	·065
	25	·027	·033	·042	·055
	30	·024	·030	·038	·049
30000	5	·074	·091	·093	·151
	10	·039	·048	·061	·080
	15	·028	·034	·043	·057
	20	·022	·027	·034	·045
	25	·019	·024	·029	·038
	30	·017	·021	·026	·034
35000	5	·057	·067	·085	·111
	10	·029	·035	·045	·059
	15	·020	·025	·032	·042
	20	·016	·020	·025	·033
	25	·014	·017	·022	·028
	30	·012	·015	·019	·025

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR RREKARGOS.

D = 80 kilómetros.

Potenzial máksimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts	%	Toneladas			
15000	*5*	·526	·650	·822	1·074
	10	·278	·343	·434	·567
	15	·198	·242	·309	·404
	20	·156	·193	·244	·319
	25	·133	·165	·208	·272
	30	·124	·147	·186	·243
20000	*5*	·296	·366	·462	·604
	10	·156	·193	·244	·319
	15	·111	·136	·174	·227
	20	·088	·108	·137	·179
	25	·075	·093	·117	·153
	30	·067	·082	·104.	·137
25000	*5*	·189	·234	·296	·387
	10	·100	·128	·156	·204
	15	·071	·087	·111	·145
	20	·056	·069	·088	·115
	25	·048	·059	·075	·098
	30	·043	·053	·067	·087
30000	*5*	·132	·162	·166	·268
	10	·069	·086	·108	·142
	15	·050	·060	·077	·100
	20	·039	·048	·061	·080
	25	·033	·041	·052	·068
	30	·030	·037	·046	·061
35000	*5*	·097	·119	·151	·197
	10	·051	·063	·080	·104
	15	·036	·044	·057	·075
	20	·029	·035	·045	·059
	25	·024	·030	·038	·050
	30	·022	·027	·034	·045
40000	*5*	·074	·091	·113	·151
	10	·039	·048	·061	·080
	15	·028	·034	·041	·057
	20	·022	·027	·034	·045
	25	·019	·023	·029	·038
	30	·017	·021	·026	·034

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR RREKARGOS.

D = 100 kilómetros.

Potenzial máksimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts.	%	Toneladas			
15000	*5*	·822	1·015	1·285	1·678
	10	·435	·536	·678	·886
	15	·310	·378	·483	·631
	20	·244	·301	·382	·498
	25	·208	·232	·325	·425
	30	·194	·229	·290	·380
20000	*5*	·462	·571	·722	·944
	10	·244	·301	·381	·498
	15	·174	·213	·272	·355
	20	·137	·170	·215	·280
	25	·117	·145	·183	·239
	30	·105	·129	·163	·213
25000	*5*	·296	·365	·462	·604
	10	·156	·193	·244	·319
	15	·111	·136	·174	·227
	20	·088	·109	·137	·179
	25	·075	·092	·117	·153
	30	·067	·083	·105	·137
30000	*5*	·205	·254	·321	·420
	10	·109	·134	·170	·221
	15	·077	·094	·121	·158
	20	·061	·075	·096	·125
	25	·052	·064	·081	·106
	30	·047	·057	·073	·095
35000	*5*	·151	·187	·236	·308
	10	·080	·098	·125	·163
	15	·057	·069	·089	·116
	20	·045	·055	·070	·092
	25	·038	·047	·060	·078
	30	·034	·042	·053	·070
40000	*5*	·116	·143	·181	·236
	10	·061	·075	·095	·124
	15	·044	·053	·068	·089
	20	·034	·043	·054	·070
	25	·029	·036	·046	·060
	30	·026	·032	·041	·053

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUJR RREKARGOS.

D = 120 kilómetros.

Potenzial máksimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts	%	Toneladas			
15000	*5*	1·184	1·462	1·850	2·417
	10	·625	·772	·977	1·275
	15	·446	·544	·696	·909
	20	·352	·434	·550	·717
	25	·300	·370	·468	·612
	30	·280	·331	·418	·547
20000	*5*	·666	·823	1·040	1·359
	10	·352	·434	·549	·717
	15	·251	·306	·392	·511
	20	·198	·244	·309	·404
	25	·168	·208	·263	·345
	30	·151	·185	·235	·307
25000	*5*	·426	·526	·666	·870
	10	·225	·278	·352	·459
	15	·160	·196	·251	·327
	20	·127	·156	·198	·258
	25	·108	·133	·169	·220
	30	·096	·119	·150	·197
30000	*5*	·296	·366	·463	·604
	10	·156	·193	·244	·319
	15	·111	·136	·174	·227
	20	·088	·108	·138	·179
	25	·075	·093	·117	·153
	30	·067	·083	·104	·137
35000	*5*	·218	·287	·340	·444
	10	·115	·142	·179	·234
	15	·082	·100	·128	·167
	20	·065	·080	·101	·132
	25	·055	·068	·086	·113
	30	·049	·061	·077	·100
40000	*5*	·167	·206	·260	·340
	10	·088	·109	·137	·179
	15	·063	·076	·098	·128
	20	·050	·061	·077	·101
	25	·042	·052	·066	·086
	30	·038	·046	·059	·077

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR RREKARGOS.

D = 140 kilómetros.

Potenzial máksimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts	%	Toneladas			
15000	*5*	1·572	1·990	2·519	3·289
	10	·851	1·050	1·329	1·737
	15	·600	·741	·940	1·225
	20	·478	·591	·747	·976
	25	·408	·504	·638	·833
	30	·364	·450	·569	·744
20000	*5*	·907	1·120	1·417	1·850
	10	·479	·591	·746	·977
	15	·338	·417	·529	·689
	20	·269	·332	·420	·549
	25	·230	·283	·359	·469
	30	·205	·253	.320	·418
25000	*5*	·580	·716	·907	1·184
	10	·306	·378	·478	·625
	15	·216	·267	·339	·441
	20	·172	·213	·269	·352
	25	·147	·181	·230	·300
	30	·131	·162	·205	·268
30000	*5*	·393	·498	·630	·822
	10	·213	·263	·332	·434
	15	·150	·185	·235	·306
	20	·120	·148	·187	·244
	25	·102	·126	·160	·208
	30	·091	·113	·142	·186
35000	*5*	·296	·366	·463	·604
	10	·130	·193	·244	·319
	15	·110	·136	·173	·225
	20	·088	·109	·137	·179
	25	·075	·093	·117	·153
	30	·067	·083	·105	·137
40000	*5*	·227	·280	·354	·462
	10	·120	·148	·187	·244
	15	·085	·104	·132	·172
	20	·067	·083	·105	·137
	25	·058	·071	·100	·117
	30	·051	·063	·080	·104

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR RREKARGOS.

D=160 kilómetros.

Potenzial mákzimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts	%	Toneladas			
15000	*5*	2·106	2·600	3·290	4·296
	10	1·111	1·372	1·736	2·268
	15	·792	·968	1·237	1·615
	20	·625	·771	·977	1·275
	25	·533	·659	·832	1·088
	30	·497	·588	·742	·972
20000	*5*	1·184	1·462	1·850	2·417
	10	·625	·772	·977	1·276
	15	·445	·547	·696	·909
	20	·351	·434	·550	·717
	25	·299	·371	·468	·612
	30	·268	·330	·417	·547
25000	*5*	·758	·936	1·184	1·547
	10	·400	·510	·625	·816
	15	·285	·348	·445	·582
	20	·225	·278	·352	·459
	25	·192	·237	·300	·392
	30	·171	·212	·268	·350
30000	*5*	·526	·650	·662	1·074
	10	·278	·343	·434	·567
	15	·198	·242	·309	·404
	20	·156	·193	·244	·319
	25	·133	·165	·208	·272
	30	·119	·147	·186	·243
35000	*5*	·387	·476	·604	·789
	10	·205	·252	·319	·417
	15	·146	·180	·227	·296
	20	·115	·142	·180	·234
	25	·098	·121	·153	·200
	30	·088	·108	·137	·179
40000	*5*	·296	·365	·462	·604
	10	·156	·193	·244	·319
	15	·111	·137	·174	·227
	20	·088	·109	·138	·179
	25	·075	·093	·117	·153
	30	·067	·082	·104	·137

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO. SIN INKLUIR RREKARGOS.

D = 180 kilómetros.

Potenzial máksimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts	%	Toneladas			
15000	*5*	2·665	3·290	4·163	5·618
	10	1·407	1·737	2·198	2·870
	15	1·003	1·220	1·566	2·044
	20	·791	·976	1·237	1·614
	25	·675	·833	1·053	1·377
	30	·630	·744	·940	1·230
20000	*5*	1·499	1·851	2·341	3·059
	10	·791	·977	1·236	1·614
	15	·564	·690	·881	1·150
	20	·445	·549	·696	·908
	25	·379	·459	·593	·775
	30	·339	·417	·528	·692
25000	*5*	·959	1·185	1·499	1·958
	10	·506	·625	·791	1·033
	15	·361	·440	·564	·736
	20	·285	·352	·445	·581
	25	·243	·300	·379	·496
	30	·217	·268	·339	·443
30000	*5*	·666	·823	·838	1 359
	10	·352	·434	·549	·718
	15	·251	·300	·391	·511
	20	·198	·244	·309	·403
	25	·169	·217	·262	·344
	30	·151	·186	·235	.308
35000	*5*	·490	·604	·765	·999
	10	·258	·319	·404	·527
	15	·184	·224	·288	·376
	20	·145	·179	·227	·297
	25	·124	·153	·194	·253
	30	·111	·137	·172	·226
40000	*5*	·375	·463	·585	·764
	10	·200	·244	·309	·403
	15	·141	·173	·220	·290
	20	·111	·137	·174	·227
	25	·095	·115	·148	·194
	30	·085	·104	·132	·173

TRASMISION TRIFASE, AISLADA DE TIERRA.

KANTIDAD DE KOBRE, POR KILOWATT RREZIBIDO, SIN INKLUIR RREKARGOS.

D = 200 kilómetros.

Potenzial máksimo inizial	Pérdida en la línea	Faktor de potenzia (cos ϕ)			
		1	·9	·8	·7
Volts.	%	Toneladas			
15000	*5*	3·290	4·062	5·140	6·713
	10	1·737	2·144	2·713	3·543
	15	1·238	1·510	1·933	2·524
	20	·977	1·205	1·527	1·993
	25	·833	1·029	1·300	1·700
	30	·777	·919	1·161	1·519
20000	*5*	1·850	2·285	2·890	3·776
	10	·977	1·206	1·526	1·993
	15	·696	·850	1·087	1·420
	20	·549	·678	·859	1·121
	25	·467	·579	·732	·957
	30	·418	·515	·652	·854
25000	*5*	1·184	1·462	1·850	2·417
	10	·625	·772	·977	1·275
	15	·446	·544	·696	·909
	20	·352	·434	·549	·718
	25	·300	·370	·467	·612
	30	·268	·331	·418	·547
30000	*5*	·823	1·016	1·285	1·678
	10	·434	·536	·678	·886
	15	·310	·380	·483	·631
	20	·244	·301	·382	·498
	25	·208	·257	·325	·425
	30	·186	·230	·290	·380
35000	*5*	·604	·746	·944	1·233
	10	·319	·394	·498	·651
	15	·227	·278	·355	·464
	20	·179	·222	·280	·366
	25	·153	·189	·239	·313
	30	·137	·169	·213	·279
40000	*5*	·463	·571	·722	·944
	10	·244	·302	·381	·498
	15	·174	·213	·272	·355
	20	·137	·170	·215	·280
	25	·117	·145	·183	·239
	30	·105	·129	·163	·213

OBRAS PUBLIKADAS

A E. SALAZAR I K. NEWMAN.—*Informe sobre algunas aguas de los zerros de Balparaiso.* Balparaiso, 1887.

— *Rresultado del eksámen kímiko i bakteriolójiko de algunas aguas de Chile.* 1886-1987. Un kuadro en folio.

— *Notas sobre el espirilo del kólera asiátiko.* (*Bacillus komma de Koch*) kon 7 fotomikrografías de este mikroorganismo, orijinales de los autores. Balparaiso, 1888. (Helfmann). En 8.°

— *Eksámen kímiko i bakteriolójiko de las aguas potables.* Obra ilustrada kon 127 grabados, 16 fotomikrografías i fotogramas de kultibos, orijinales de los autores. Lóndres, 1890. (Burns and Oates). En 8.°

— *Informe sobre el agua de la Kebrada Berde.* Santiago, 1893. (Imprenta Barzelona). En 8.°

— *El ielo ke se konsume en Balparaiso.* Santiago, 1893. (Imprenta Barzelona). En 8.°

— *Sur la conservation des dissolutions de l' acide sulphydrique* (*Bulletin de la Societé Chimique de Paris*). 3.ª serie, tomo 7.° (p. 334 i sigientes).

— *L'aria nei teatri Odeon e Vittoria* (*Balparaiso*), *Municipale* (*Santiago*). (*Rivista Internazionale d'Igiene*, tomo 6.°, p. 193 i sig. *L'Ingegneria Sanitaria*, tomo 6.°, p. 116 i sigientes).

— *La oksidazion del* $H^2 S$ *disuelto en agua.* Santiago, 1893. (Imprenta Barzelona). En 8.°

— *El anidrido karbóniko en algunos lokales zerrados i abitados.* Santiago, 1895. (*Actes de la Societé Scientifique du Chili*, tomo 4.°, entrega 5.ª).

A. E. SALAZAR I K. NEWMAN.—*Nota sobre la inestabilidad del ázido oksáliko disuelto en agua.* (Ibid. Ibid. Ibid.) kon una plancha litográfika.

— *El aire en algunas prisiones de Balparaiso.* (Ibid. Ibid. Ibid).

— *Estudios ijiénikos del aire.* Santiago, 1895. (Imprenta Zerbántes). En 8.°, kon tres planchas litográfikas.

— *Kosto komparatibo en Chile del gas i de la elektrizidad komo sistemas de distribuzion de enerjía.* Santiago, 1896. (Imprenta Moderna). En 8.°, kon 9 figuras.

A. E. SALAZAR.—*Karta al Presidente de la Societé Scientifique du Chili, sobre ortografía rrazional.* Santiago, 1894. (Imprenta Erzilla). En 32.

— *Informe presentado por el Jerente al Konsejo direktibo de la Kompañía de Gas de Balparaiso, sobre algunos puntos rrelazionados kon la esplotazion de la planta eléktrika.* Balparaiso, 1895. (Helfmann). En 8.°

— *Kálkulos sobre las kañerías de agua. Ensayo de unifikazion de las fórmulas usuales i de simplifikazion de los kálkulos basados en la nozion de zirkuito idráuliko. Kondukzion del agua. Kálkulos sobre la Potenzia.* Kon diagramas i tablas orijinales del autor. En 8.°, 246 pájinas. Santiago, 1898. (Imprenta Moderna).

— *Trasmision eléktrika de Potenzia a Largas Distanzias. Sobre la manera de kalkular industrialmente este jénero de instalaziones.* Kon una tabla, orijinal del autor, sobre el gasto de kobre en las trasmisiones polifases. 1899. Hume i Ka. En 8.°

K. NEWMAN.—*Notizias zientífikas. (Boletin de la Soziedad Nazional de Minería,* tomos 3.°, 4.°, 5.°, 6.° i 7.°, entregas 38 a 82).

— *La etimolojía i la ortografía.* Lektura dada en el Kongreso Zientífiko Chileno. (Balparaiso, febrero de 1893).

— *La unifikazion de las medidas.* Memoria presentada al Kongreso Minero de Santiago, 1894. Balparaiso 1897. Kárlos Kabezon. En 18.

— *Notas sueltas sobre la pena de muerte.* Santiago, 1896 (Imprenta Barzelona). En 18, de 228 pájinas.

K. NEWMAN.—*El kambio de komposizion ke esperimenta el agua del Salto durante el imbierno.* Santiago, 1896. (Imprenta Rroma). En 8.º kon un plancha.

— *La antisepsia Intestinal. Manera de rrealizarla.* Santiago, 1897. (Imprenta Barzelona). En 12.

— *Feminismo.*—Lektura echa en el Ateneo de Balparaiso el 2 de Noviembre de 1899. (El Eraldo, de Balparaiso, Nos. 3340, 3351 i 3342).

ORTOGRAFÍA RRAZIONAL

C'est même la loi de l'histoire que l'opinion la plus vraie et la plus progressive soit d'abord celle d'un homme isolé, puis d'une minorité, avant d' être celle du plus grand nombre. (*Fouillée-Revue des deux Mondes*, vol. 65, 3.e période, page 112).

This is equally the case, whether the multitude agree in opinion with the few competent judges, or disagree with them. (SIR G. CORNEWALL LEWIS.—*Influence of Authority in Matters of Opinion.* Páj. 111. London 1875. Longmans, Green and Co.)

El mayor grado de perfekzion de ke la eskritura es suszeptible, i el punto a ke por konsigiente deben konspirar todas las rreformas, se zifra en una kabal korrespondenzia entre los sonidos elementales de la lengua, i los signos o letras ke an de rrepresentarlos, por manera ke a kada sonido elemental korresponda imbariablemente una letra, i a kada letra korresponda kon la misma imbariabilidad un sonido.

Uno de los mayores absurdos ke an podido introduzirse en el arte de pintar las palabras, es la rregla ke nos preskribe deslindar su oríjen para saber de ke modo se an de trasladar al papel. ¿Ke kosa mas kontraria a la rrazon ke establezer komo rregla de la eskritura de los pueblos ke oi eksisten, la pronunziazion de los pueblos ke eksistieron dos o tres mil años a, dejando, segun pareze, la nuestra para ke sirba de norte a la ortografía de algun pueblo ke a de

florezer de akí a dos o tres mil años? Pues konsultar la etimolojía para aberiguar kon ke letra debe eskribirse tal o kual dikzion, no es, si bien se mira, otra kosa.

Konserbar letras inútiles por amor a las etimolojías me pareze lo mismo ke konserbar eskombros en un edifizio nuebo para ke nos agan rrekordar al antiguo.

(ANDRES BELLO. *Obras Kompletas,* tomo 5.° pájinas 387, 388, 410. Santiago, 1884).

La rreforma ortográfika presenta, por konsigiente, una doble bentaja: la de fazilitar el estudio de la lektura i la de ke el niño se akostumbre a rraziozinar kon lójika.

La rreforma ortográfika triunfará mas tarde o mas temprano; pero su triunfo es seguro.

La idolatría i la superstizion no pueden albergarse en las letras del alfabeto.

La kimera de oi será la rrealidad de mañana.

(MIGEL LUIS AMUNÁTEGI. *Ensayos Biográfikos,* tomo 2.°, pájinas 183 i 196, Santiago, 1893).

La eskritura no debe ser mas ke la espresion gráfika, bisible de la palabra ablada; para este fin se a imbentado, i no para luzir konozimientos zientífikos, etimolójikos.

Los linguistas de todo el mundo dan la preferenzia a las ortografías fonétikas; los pedagogos tienen ke ser de la misma opinion, bista la mayor fazilidad de estas.

(LENZ. *De la Ortografía Kastellana,* pájinas 5, 6 i 19. En 8.°, Santiago, 1894. Imprenta Zerbántes.)

Uno de los mayores absurdos, korriente komo la kosa mas natural en todos los paises, kon el beneplázito de la mayoría de las personas doktas, es el echo de no eskribir las palabras esaktamente komo se pronunzian. Es un berdadero kontrasentido el poseer karaktéres alfabétikos para rrepresentar los elementos fónikos de los bokablos, i emplearlos kombenzionalmente, preszindiendo a kada paso del sonido ke representa kada uno. La kostumbre ke kon arta rrazón se a llamado «una segunda naturaleza», nos ziega asta el punto de no ber nada de partikular o, por lo ménos, de no allar

gran inkombeniente en esta klase de lójika, a pesar de ser en rrealidad una de las mayores aberraziones ke se rrejistran en la istoria del ombre zibilizado i kulto.

(ESCRICHE I MIEG. *Rreforma de la Ortografía Kastellana*, pájina 5. En 18, Bilbao, 1890. Luzena i Ka).

Así tenemos de eskribir komo pronunziamos e pronunziar komo eskribimos: porke en otra manera en bano fueron alladas las letras. No es otra kosa la letra sino figura por la kual se rrepresenta la boz e pronunziazion. La dibersidad de las letras no está en la dibersidad de la figura; sino en la dibersidad de la pronunziazion.

(NEBRÍJA. *Gramátika Kastellana*, fol. 9. Salamanka, 1492.)

Dezir al niño ke akella letra llamada *ze*, unida a la *a, o, u*, suena no *za, zo, zu*, komo lójikamente se deduze, sino *ka, ko, ku*; ke prezediendo a una konsonante o formando artikulazion imbersa suena tambien komo k, al paso ke kon la *e* i kon la *i* konserba su sonido natural de *ze, zi*; afirmar ke la *g* kon la *e* i kon la *i* artikula de modo diberso ke kon las demas letras; ke miéntras *ge, gi*, son idéntikas a *je, ji*, no sucede lo mismo a *ga, go, gu*, ke difieren kompletamente de *ja, jo, ju*,... es kosa de perder el juizio, es akostumbrar al diszípulo a dudar de la berazidad del maestro, i, lo ke es aun peor, abituarle a ser irrefleksibo, trastornando su entendimiento e inklinándole a konsekuenzias disparatadas.

(NABERAN. *El Fonetismo i la Pedagojía*, pájinas 8 i 9 en 8.º Gernika i Luno, 1893. Egurrola).

„Un signo para kada sonido i un sonido para kada signo", prinzipio proklamado ya en tiempo del famoso Nebrija, azeptado oi por kuantos en Europa i Amérika se preokupan de estas kuestiones, sin pagarse de pedantismos de semisabios, i úniko zimiento berdaderamente zientífiko i rrazional de toda ortografía ke se estime komo „fiel representazion de la palabra por la eskritura."

(ARAUJO. *Estudios de Fonétika Kastellana*, p. 5. Santiago de Chile, 1894. Toledo. Menor Ermanos).

Kada sonido debe tener su letra ke lo rreproduzka, i no mas; kada letra no puede rrepresentar mas de un sonido, so pena de kaer en la konfusion i el enrredo, i difikultar el arte de eskribir, ke puede i debe ser senzillo.

(E. DE LA BARRA.—*La Rreforma Ortográfika*, p. 15. Santiago, 1897. Imprenta Barzelona).

La rreforma de la ortografía kastellana es una nezesidad ke se impone kada dia kon mas bigor. Es menester ke eskribamos komo ablamos.

(ID. ID.—*Tratado de Ortografía Rreformada.* p. 3. Santiago, 1897. Imprenta Barzelona).

I lo ke ai de mas singular en esta kontienda, es ke, aun los ke no azeptamos la nueba ortografía, debemos rrekonozer ke sus apóstoles tienen rrazon: la rreforma es profundamente lójika i a todas luzes kombeniente. Si la V i la B tienen un mismo sonido, si el de la G i J se konfunden en ziertos kasos, si la U no suena a bezes, si la H no suena nunka, no ai argumento alguno kapaz de kombenzer a nadie ke esas letras deben subsistir.

.....

Luego el sistema (la ortografía rrazional) no es malo en si, ni tropieza kon difikultades intrínsekas, sino kon obstákulos kombenzionales i de okasion; luego el sistema aktual no tiene para segir eksistiendo otra rrazon ke la de eksistir aktualmente; luego los ke proponen la rreforma ejerzen un derecho i rreklaman una kombeniencia.

(RRAFAEL EGAÑA. *La Union* de Balparaíso de 20 de Marzo de 1892).

L'orthographe dite étymologique n'apprend rien á ceux qui ne savent ni le latin ni le grec, et elle n'éclaire pas davantage ceux qui ont fait des études philologiques.

Souvent même les graphies etymologiques dissimulent l'etymologie.

(LÉON CLÉDAT.—*Grammaire Raisonnée de la Langue Française*, pájina 7, en 18.° Paris, 1894. Le Soudier).

Le rôle de l'ortographe, c'est de répresenter la langue le plus fidèlement possible.

Le plaisant, c'est que l'ortographe dite étymologique ne l'est pas du tout; elle fait la risée des vrais étymologistes.

Du moment qu'on ne peut comprendre qu'a l'aide de l'ortographe, la phrase est mal faite.

(HAVET, prof. au Collège de France.-*La Simplification de l'Orthographe*, pp. 18, 30 i 44 en 18.º Paris, 1890. Hachette et Cie).

Par un contraste bizarre ce sont les hommes qui connaissent le mieux les langues anciennes qui sont les defenseurs résolus de la reforme; M. Havet, M. Breal, M. Gréard. Et ce sont les plus ignorants du grec et du latin qui crient le plus fort.

Mais si, en soi, la réforme n'est pas très importante, elle á sa valeur parce qu'elle indique un état d'âme tout particulier, l'amour du progrès, la haine de la routine; état d'âme qui sépare les hommes en deux groupes, les néofobes et les amis du progrès.

(CHARLES RICHET.—*Revue Bleue*, tomo 51. p. 255.)

The pronunciation of languages changes according to fixed laws, the spelling has changed in the most arbitrary manner, so that if our spelling followed strictly and unswervingly the pronunciation of words, it would in reality be of greater help to the critical student of language than the present uncertain and unscientific mode of writing.

(MAX MÜLLER.—*The Science of Language*, tomo 2.º, pájinas 92 i 93, en 18.º Lóndres, 1891. Longmans, Green and Co.)

Every departure from the rule that writting is the handmaid of speech is a dereliction of principle, and an abandonment of advantages which seemed to have been long ago assured to us by the protracted labors of many generations of the most gifted races known to history. The handmaid has no right to set up to be wiser and better than her mistress in a single particular. That the writen

word in any case deviates from the spoken is a fault; which may, indeed, admit of palliation, even amounting to excuse, but which it is an offense against all true science and sound sense to extol as a merit.

(WHITNEY, prof. of Sanskrit and Comparative Philology in Yale College.—*Oriental and Linguistic Studies*, 2nd Series, p. 195. New York, Scribner).

The whole fabric of comparative and historical philology is based on the assumption that Hindus, Greeks, Romans, Goths, and others, spelt their words pretty much as they pronunced them. The objection that a reformed spelling would destroy the continuity of a language or conceal the etymology of its words, is raised only by ignorance and superficiality. The continuity of a language consists in its sounds, not in its letters; in the history of the modifications of pronunciation through which it has passed, not in a fossilized and deceitful spelling.

(SAYCE, prof. of Comparative Philology, Oxford.—*Introduction to the Sciense of Language*, tomo 2.°, pp. 345 i 346, en 12.° Londres, 1890. Trübner).

Spelling reform is one of those questions where the argument is all on one side but the heavy weight of unreasoning authority all on the other.

(MAX MÜLLER. *Contemporary Review*, tomo 63, p. 551).

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

Eng 4098.99
Trasmision elektrika de potenzia a
Cabot Science 006502982
3 2044 091 970 335